DUPLICATE
HX00016080

RC 81 B63
1883

Columbia University
in the City of New York

College of Physicians and Surgeons

Library

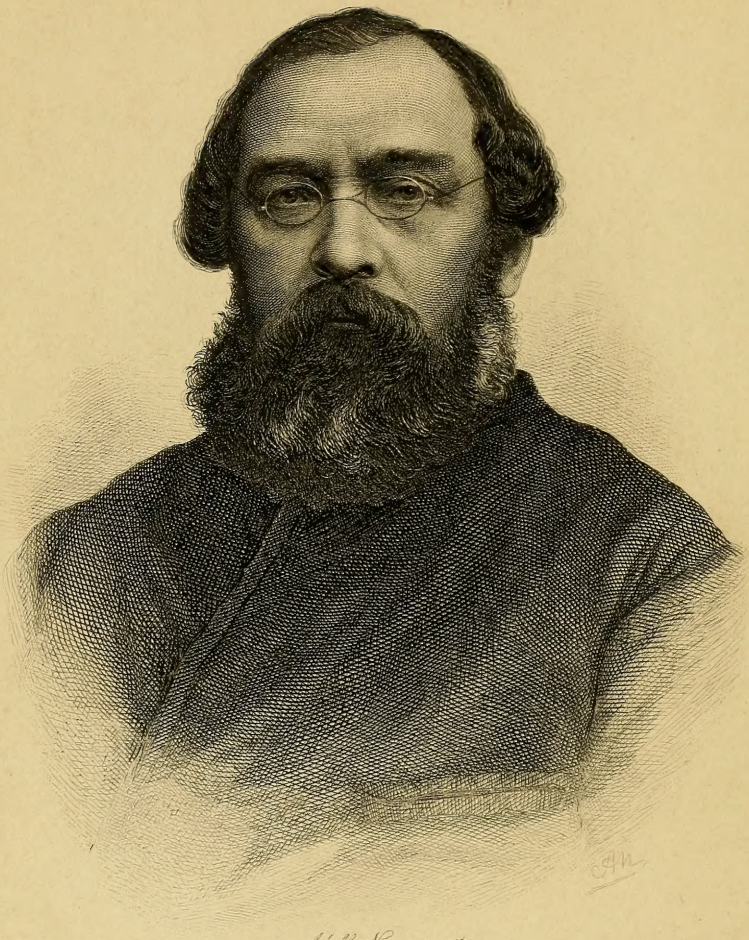
# Das Buch

vom

# gesunden und kranken Menschen.

Digitized by the Internet Archive
in 2010 with funding from
Open Knowledge Commons

http://www.archive.org/details/dasbuchvomgesund01bock



Adolf Neumann gez.

N. Both.

Druck von F.A. Brockhaus in Leipzig

# Das Buch

vom

# gesunden und kranken Menschen.

Von

**Dr. Carl Ernst Bock,**
weiland Professor der pathologischen Anatomie zu Leipzig.

---

**Dreizehnte verbesserte und vielfach vermehrte Auflage.**

Mit vielen Abbildungen in Holzschnitt,
einer anatom. Tafel in Buntdruck und dem Portrait des Verfassers.

Herausgegeben
von

**Max Julius Zimmermann,**
Doctor der Medicin und praktischem Arzt zu Leipzig.

Erster Band.

**Das Buch vom gesunden Menschen.**

Leipzig,
Verlag von Ernst Keil.
1883.

Alle Rechte vorbehalten.

RC81
B63
1883

Den

# Müttern und Lehrern,

in deren Händen die Zukunft kommender Geschlechter liegt und von denen vorzugsweise die körperliche, geistige und moralische Vervollkommnung des Menschengeschlechtes zu erwarten steht, widmet der Verfasser das vorliegende Werk, dessen Hauptzweck die Förderung vernünftiger Ansichten über die naturgemäße Pflege des gesunden und kranken Menschenkörpers ist.

Bock.

# Vorwort

## zur zehnten Auflage.

Da in wenigen Jahren weit über Hunderttausend von Exemplaren dieses Werkes abgesetzt wurden, so zeigt dies ebensowohl, daß das Publikum den Wunsch hat, sich vernünftige Ansichten über die naturgemäße Pflege des gesunden und kranken Menschenkörpers anzueignen, wie auch, daß dieses Werk seinen Zweck nicht ganz verfehlt haben muß.

Möchten die Menschen doch endlich so viel Einsicht in ihr eigenes Ich bekommen, um ihre Gesundheit wahren und sich aus den Händen unwissender und gewissenloser Heilkünstler und Charlatane befreien zu können. — Wer die Menschheit unserer Tage, vorzugsweise aber die Frauen und Kinder, hinsichtlich ihrer körperlichen Beschaffenheit einer genaueren Prüfung unterwirft, wird wahrnehmen, daß sich dieselbe in einem betrübenden Zustande befindet. Als auffallende Beweise dafür können gelten: die fortwährend und überall hörbaren Klagen über Unwohlsein (über Brust- und Unterleibsbeschwerden, Verdauungsschwäche, zu große Nervenreizbarkeit, Hypochondrie und Hysterie, Hämorrhoiden und Gicht u. dgl.); der von Jahr zu Jahr steigende Besuch altbekannter und neuentdeckter Bäder; die wachsende Zahl der Charlatane und Geheimmittel, der Kaltwasser- und anderer Heilanstalten; die Untauglichkeit eines großen Theiles der männlichen Jugend zum Soldatendienste; die Unfähigkeit der meisten Mütter zum Säugen ihrer Kinder; die Abneigungen der Jünglinge und Männer gegen Beschäftigungen, welche Willenskraft und Ausdauer erfordern, dagegen deren Vorliebe für geistige und körperliche Ruhe. — Forscht man nach der nächsten Ursache dieses körperlichen Verfalles, so ergiebt sich als solche eine naturwidrige Behandlung des Körpers durch Eltern, Lehrer und durch eigene Willkür. Diese falsche Behandlung mit ihren Folgen geht nun aber aus der Unkenntniß des menschlichen Körpers und dem aus dieser Unkenntniß erwachsenden blinden

Glauben an eine übernatürliche Heilmacht der Aerzte und Arzneien hervor. Wären die Mütter mit der auf Physiologie gegründeten Pflege des menschlichen Körpers vertraut, so würde die Gesundheit der meisten Menschen nicht schon von Geburt an, oft nur aus reiner Zärtlichkeit der Eltern, untergraben werden. Hätten die Lehrer die gehörige Einsicht in den Bau und die Function der menschlichen Organe, so würden sie den Geist, welchen sie zu bilden und zu vervollkommnen haben, nicht vom Körper trennen und dem menschlichen Verstande durch Vernachlässigung der Pflichten gegen den Körper nicht die Stufe der Ausbildung versperren, welche zu erreichen er von Natur befähigt ist. Kennte der Erwachsene die Naturgesetze, denen sein Körper in gesunden und kranken Zeiten unbedingt gehorchen muß, dann würde er nicht durch unsinnige Eingriffe in dieselben seine Gesundheit vergeuden, seine Constitution zerrütten und gegen seine Krankheiten gesetzwidrig zu Felde ziehen. Nur in einer auf Kenntniß des menschlichen Organismus gegründeten naturgemäßen Behandlung des gesunden und kranken Körpers besteht das Heilmittel gegen den körperlichen und geistigen Verfall der Menschheit; Arzt ist jeder vernünftige Mensch, Unmündige aber können von ihren Eltern und Lehrern Schutz ihrer Gesundheit verlangen.

Wiesbaden, im Januar 1874.

Bock.

# Vorwort des Herausgebers.

Als ich auf die ehrende Aufforderung der Verlagshandlung mich der Durchsicht und theilweisen Neubearbeitung des vorliegenden Werkes meines verewigten Lehrers und Gönners unterzog, war ich mir der großen Verantwortung, die ich damit übernahm, in vollem Umfange klar und deutlich bewußt. Ich verkannte keinen Augenblick, daß ein Werk, welches nach dem einstimmigen Urtheile aller Berufenen wohl für alle Zeiten ein unübertreffliches Muster klarer, leichtfaßlicher und im besten Sinne des Wortes volksthümlicher Darstellung bleiben wird, und welches vermöge seines gediegenen, auf reichste Erfahrung und humanste Weltanschauung gegründeten Inhaltes Hunderttausenden diesseits wie jenseits des Oceans in guten und bösen Tagen ein allzeit bewährter Rathgeber geworden ist, vor allen Dingen eines pietätvollen Herausgebers bedürfe, dem Geist, Streben und Ziele des ursprünglichen Verfassers in jeder Beziehung bindende Norm und Richtschnur sein sollten. So selbstverständlich diese Forderung erscheint, so war sie doch nicht eben allenthalben leicht zu erfüllen, da die steten Fortschritte der rastlos sich entwickelnden Wissenschaft nicht nur vielfache Zusätze, Abänderungen und Berichtigungen erforderten, sondern auch in manchen, insbesondere therapeutischen Fragen den in den früheren Auflagen dieses Buches vertretenen Standpunkt wesentlich zu modificiren oder selbst gänzlich zu verlassen nöthigten. In ganz besonderem Maße gilt dies von der vierten Abtheilung, von dem Buch vom kranken Menschen, welches auf den vielseitig und dringend ausgesprochenen Wunsch zahlreicher, insbesondere transatlantischer Leser, dem Verlagshandlung und Herausgeber eine gewisse Berechtigung nicht absprechen konnten, eine beträchtliche Vermehrung und Erweiterung seines Inhaltes erfahren hat und namentlich mit einer eingehenderen Würdigung der modernen Behandlungsmethoden, der häuslichen Krankenpflege und der für den Auswanderer und Colonisten so wichtigen tropischen Krankheiten bereichert worden ist. Ob und inwieweit ich

bei dieser Bearbeitung der mir gestellten Aufgabe, an die ich mit redlichstem Willen und eifrigstem Bemühen herangetreten, in befriedigender Weise gerecht geworden, mag füglich dem eigenen Ermessen des billig urtheilenden Lesers überlassen bleiben. Die Verlagshandlung ihrerseits hat keine Kosten gescheut, um durch eine in jeder Hinsicht würdige Ausstattung ihrer dankbaren Gesinnung gegen den heimgegangenen Verfasser einen auch äußerlich sichtbaren Ausdruck zu verleihen, wofür ich ihr auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Wenn ich schließlich einige kurze Notizen über Leben, Wirken und Werke des Mannes hier anfüge, dem das „Buch vom gesunden und kranken Menschen" seine Entstehung und seinen Weltruf verdankt, so darf ich mich wohl im Voraus des Beifalls aller Leser versichert halten. Gewährt es doch einem jeden denkenden Leser einen unvergleichlichen Reiz, das Bild, welches ganz unwillkürlich bei der Lectüre eines Schriftstellers vor unserem geistigen Auge entsteht, auch mit seinem körperlichen Bild und seiner Biographie zu vergleichen und vermittels dieser schrittweise Werden und Wachsen seiner ganzen geistigen Individualität zu verfolgen — um wieviel mehr Reiz, wenn es sich um einen Schriftsteller handelt, der uns auf jeder Seite seines Buches durch die Uneigennützigkeit und Biederkeit, durch die unerschrockene Offenheit und wahre Menschenfreundlichkeit seines Charakters immer lieber und werther wird!

Carl Ernst Bock wurde am 21. Februar 1809 zu Leipzig geboren, woselbst sein Vater als Prosektor am anatomischen Institut und als medicinischer Schriftsteller wirkte, besuchte das Nikolaigymnasium seiner Vaterstadt und wurde schon von früher Jugend an von seinem Vater praktisch in die menschliche Anatomie eingeführt. Nachdem er die akademischen Studien auf der Leipziger Universität beendet und daselbst 1831 promovirt hatte, begab er sich nach dem Ausbruch der polnischen Revolution nach Warschau, wo er, erst in polnischen, dann in russischen Diensten, während einer furchtbaren Cholera-Epidemie als Hospitalarzt in einem der größten Hospitäler wirkte und hinreichend Gelegenheit fand, seine Kenntnisse nach allen Richtungen hin zu erweitern. Nach seiner Rückkehr nach Leipzig habilitirte er sich 1832 als Privatdocent an der dortigen Universität, lernte aber gar bald nach dem Tod seines Vaters, der eine größere Familie ganz mittellos hinterließ, die Noth und Sorge des täglichen Lebens kennen und hat die schweren Pflichten, die ihm die Sorge für die Hinterlassenen auferlegte, jederzeit in musterhaftester Weise getreu und redlich erfüllt. Nachdem er im Jahre 1839 zum außerordentlichen Professor der Medicin ernannt worden, widmete er sich als entschiedener und begeisterter Anhänger der neuen sogenannten Wiener Schule eingehend dem Studium der physikalischen Diagnostik und der pathologischen Anatomie und erwarb sich bald einen großen Ruf durch sein „Hand-

buch der Anatomie des Menschen", sein „anatomisches Taschenbuch", seinen vortrefflichen „Handatlas der Anatomie des Menschen" und sein „Lehrbuch der pathologischen Anatomie und Diagnostik", welche sämmtlich wiederholt aufgelegt und mehrfach in fremde Sprachen übersetzt wurden. Dazu verschafften ihm seine reiche Erfahrung, sein diagnostischer Scharfblick und sein durchweg originelles Wesen bald eine umfangreiche Consiliarpraxis.

Der Schwerpunkt seiner Bedeutung liegt aber unzweifelhaft in seiner fruchtbaren Thätigkeit als populärmedicinischer Schriftsteller, durch welche er Decennien hindurch auf die weitesten Kreise einen ebenso segensreichen wie nachhaltenden Einfluß geübt hat; durch die 1853 von seinem Freunde Ernst Keil in das Leben gerufene und bald über die ganze Welt verbreitete „Gartenlaube", der er von Anbeginn an bis zu seinem Tode ein treuer Mitarbeiter gewesen ist, bot sich ihm die erwünschte Gelegenheit, die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung auch dem Volke zugänglich zu machen, gegen Vorurtheile und Aberglauben, gegen die Schwächen und Verkehrtheiten unserer Zeit, gegen den Geheimmittelschwindel und Charlatanismus, sowie gegen die mancherlei Auswüchse und Irrlehren der Medicin unerschrocken und energisch, ja nicht selten rücksichtslos derb zu Felde zu ziehen und durch seine klaren und leichtfaßlichen Aufsätze zur Volksaufklärung und Volkserziehung beizutragen, wie es vor ihm und nach ihm kaum wieder einem Schriftsteller gelungen ist. In demselben wahrhaft humanen Streben, das ihm seine geharnischten Gartenlaubenartikel diktirte, schrieb er als einen ausführlichen Wegweiser zu einer naturgemäßen Erziehung und Pflege des Menschen sein berühmtes „Buch vom gesunden und kranken Menschen", welches jetzt in mehr als 175,000 Exemplaren über alle Lande verbreitet und in Wahrheit ein echtes deutsches Haus- und Familienbuch geworden ist. Die Verbesserung und Vervollkommnung dieses seines Lieblingswerkes betrachtete er fortan als die Hauptaufgabe seines Lebens, an die er alle seine Kräfte setzte und die ihm über Mißhelligkeiten und Widerwärtigkeiten mancherlei Art leichter hinweghalf.

In dem letzten Jahrzehnt seines Lebens zog sich Bock immer mehr von seinem akademischen Lehramt zurück und widmete die Thätigkeit seines Lebensabends vorzugsweise der Schul- und Volksgesundheitspflege, wie seine treffliche Volksschrift „der Volksgesundheitslehrer", sein ausgezeichnetes, vielfach aufgelegtes Schulbuch „Bau, Leben und Pflege des menschlichen Körpers" und eine dritte kleinere, von ihm in tausenden von Exemplaren an die Volksschullehrer unentgeltlich vertheilte Schrift: „Pflege des Schulkindes" zur Genüge bezeugen. So lebte er ein stilles, in sich selbst seine Befriedigung findendes Leben der Arbeit, bis sich in den letzten Jahren seines Lebens ein chronisches, schließlich mit einem qualvollen Herzübel verbundenes

Lungenleiden einstellte und seine vordem so kräftige Constitution allmählich untergrub. Mit bewunderungswürdiger Kraft ertrug er die heftigsten Erstickungsanfälle und durchwachte halbe Nächte, tagsüber noch immer mit seinen Lieblingsideen beschäftigt und voll Heiterkeit und Humor mit der Umgebung verkehrend. Als er seinen Tod sicher vor Augen sah, zog er sich im Oktober 1873 nach Wiesbaden zurück, beschäftigte sich noch mit der Bearbeitung der zehnten Auflage des vorliegenden Werkes, und starb in Wiesbaden den 19. Februar 1874, noch im Todeskampfe den Gleichmuth und die philosophische Ruhe bewahrend, die ihn während seines ganzen Lebens niemals verlassen haben.

Bock war ein Mann von seltener Klarheit und Energie des Gedankens, ein unerschütterlicher, selbstloser Charakter, dem die Interessen der Gesammtheit jederzeit weit höher als die eigenen standen, durchdrungen von echter Menschen- und Wahrheitsliebe, und trotz mancher anscheinend rauhen Außenseite mit einem überaus warmen und menschenfreundlichen Herzen begabt, das allzeit reichlich und im Stillen zu geben verstand, wo Noth und Sorgen zu lindern waren. Die Saat aber, die er in unermüdlicher Arbeit für Volkserziehung und Volksaufklärung ausgestreut, sie ist herrlich aufgegangen und wird noch fortwirken zu einer Zeit, da sein Name nur noch von Einzelnen gekannt und geehrt sein wird.

So möge denn auch diese neue Auflage in ihrem veränderten Gewande getrost über Berg und Thal, über Land und Meer wandern und gleich ihren Vorgängerinnen bei dem heranwachsenden wie dem gereiften Geschlechte tausendfältigen Segen und Nutzen stiften! Dem aufmerksamen Leser wird dauernder Gewinn nicht ausbleiben: wer von Jugend auf und jederzeit den goldenen Lebensregeln unseres unvergeßlichen Carl Ernst Bock gewissenhaft nachlebt, dem wird auch in dem unter den heutigen socialen Verhältnissen so vielfach erschwerten Kampf um das Leben das köstlichste Gut auf Erden, Gesundheit an Leib und Seele, sicherlich nimmer verloren werden!

Leipzig, am ersten Pfingstfeiertag 1883.

Zimmermann.

# Inhalts-Verzeichniß.

## I. Abtheilung. Einleitung.

**Einleitung.** Natur; Material zum Aufbau der Erde; einfache und zusammengesetzte Körper; unorganische und organische Verbindungen; Organismen; Stoffwechsel; organisirte Form; Protoplasma und Moneren; Protisten, Pflanzen und Thiere; Entstehung der Arten; Abstammungslehre (Lamarck, Saint-Hilaire); Selections- oder Züchtungstheorie, der sogen. Darwinismus; Abstammung des Menschen nach Darwin und Haeckel; Anpassung und Vererbung; Kampf um's Dasein; geschlechtliche Zuchtwahl; natürliche Züchtung; Urzeugung; Urorganismus 1—27.

**Materie oder Stoff.** Allgemeine Grundeigenschaften der Materie; Zusammensetzung der Materie aus Atomen; verschiedene Arten der Atome, chemische Elemente; Molecüle und Partikelchen; Molecularkräfte; Aggregatzustände der Materie 28—30.

**Chemisches Baumaterial.** Chemische Elemente, Grundstoffe, Urbestandtheile 30. Sauerstoff 33. Stickstoff, Wasserstoff 35. Kohlenstoff, Schwefel 36. Phosphor, Chlor 37. Fluor, Calcium, Natrium, Kalium, Magnesium, Silicium, Eisen 38. Mangan 39.

**Verbindungen der Elemente** 39. Unorganische und organische Stoffe 39—40. A. Unorganische Verbindungen 40. Atmosphärische Luft 41. Wasser 42. Kohlensäure und Kohlenoxyd 43. Kochsalz, Chlorkalium, kohlensaures Natron, Doppeltkohlensaures Natron 45. Phosphorsaures Natron und phosphorsaures Kali, schwefelsaures Natron und schwefelsaures Kali, phosphorsaurer und kohlensaurer Kalk, kohlensaure und phosphorsaure Talkerde 46. Fluorcalcium, Kieselsäure, Chlorwasserstoff, Kohlenwasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas 47. Phosphorwasserstoffgas, Ammoniakgas, Salpetersäure 48. B. Organische Verbindungen 48. Chemische Elementar-Analyse 49. Stickstofffreie organische Verbindungen 50. a) Kohlenhydrate; Pflanzenzellstoff, Stärke 50. Gummi, Pflanzenschleim, Glycogen, Zucker 52. b) Pektinkörper 53. c) Fette 53. Wachs 54. Glycerin 55. d) stickstofffreie organische Säuren: Fettsäuren 55. Milchsäure, Weinsäuren, Gerbsäuren, antiseptische Säuren 56. Stickstoffhaltige organische Verbindungen 57. a) Eiweißstoffe, Albuminate: Eiweiß, Faserstoff, Käsestoff, Myosin, Syntonin, Globulin, Paraglobulin und Krystallin 58. b) Körper, die noch höher zusammengesetzt sind als die Eiweißstoffe: Haemoglobin, Vitellin, Lecithin, Neurin 59. c) Albuminoide: Schleimstoff, Hornstoff, leimgebende Substanz, chondrigene Substanz 59. d) Organische Basen oder Alkaloïde 59. I. Pflanzliche: Chinin, Morphin, Caffeïn, Nicotin, Solanin, Coniin, Strychnin 60. II. Thierische: Harnstoff, Kreatin und Kreatinin 60. e) Stickstoffhaltige organische Säuren. Harnsäure, Gallensäuren 61. Organische Farbstoffe oder Chromogene: Chlorophyll 61. Hämatin, Gallenfarbstoffe, Harnfarbstoffe, Melanin 63.

**Zersetzung organischer Substanzen** 63. Gährung, Gährungserreger oder Fermente 64. Geistige Gährung, Alcohol 65. Schleimige Gährung, Milch-

säuregährung, Buttersäuregährung 66. Essigsäuregährung, Fäulniß, Verwesung, fäulnißwidrige Mittel 67, 68. Indirecte Gährungen: lösliche Fermente; trockene Destillation, Verbrennung 68, 69.

**Kreislauf des Stoffes** 70—75.

**Organisirte organische Substanzen.** Formbestandtheile der Organismen; Zelle 75. Gewebe, Organe, Systeme, Apparate 79. Zellgewebe, Zellstoff, Fettgewebe 80. Sehniges Gewebe, gallertartiges Bindegewebe, seröses und elastisches Gewebe 81. Knorpelgewebe, Knochengewebe 82. Muskelgewebe 83. Nerven- und Hautgewebe 84. Drüsengewebe 85. — **Organismus; Leben** 86. — Stoffwechsel, Lebensdauer, Leben, Lebenskraft, Endosmose 87. Capillarität, Filtration, Diffusion 88. Absorption, Affinität, Verbrennungsprocesse 89. Molecularbewegungen; Kraft und Erhaltung der Kraft 90. Spannkräfte und lebendige Kräfte 91, 92. Die Quelle aller Kräfte 93.

## II. Abtheilung. Das Buch vom gesunden Menschen.

### Bau und Verrichtungen der menschlichen Organe.

**Bau des menschlichen Körpers** 97. Zusammensetzung des menschlichen Körpers 98. Statur, Umfang 102. Gewicht, Proportionen 103. Symmetrie 104. Formverschiedenheiten 105. Constitution und Temperament 106. **Menschenrassen** 107—112. **Mensch und Affe** 112—117. Bevölkerung der Erde 117.

Apparate des menschlichen Körpers 118.

**A. Kraft- und Bewegungsapparat** 118. I. Das Knochengewebe und Knochensystem 120. Gelenke 123. Skelet, Gerippe, Knochen 125. Einzelne Theile des Gerippes. A. Knochengerüste des Kopfes 125, B. des Rumpfes 128, C. der oberen Gliedmaßen 131, D. der unteren Gliedmaßen 132. Skeletbildungen und Stützorgane bei den Thieren 134.

II. **Das Muskelgewebe und Muskelsystem** 136. Die einzelnen willkürlichen Muskeln 147. A. des Kopfes, B. des Rumpfes 148, C. der oberen Gliedmaßen 151, D. der unteren Gliedmaßen 152. Stehen 152. Gehen 153. Kriechen, Klettern, Schwimmen, Sitzen 154. Organe der Ortsbewegung, Muskelsystem bei den Thieren 154.

III. **Das Nervengewebe und Nervensystem.** Gehirn, Rückenmark, Ganglien, Nerven 155. Nervengewebe 157. Das Wirksame im Nervensystem, Reizbarkeit und Reizung 160. Centripetale, centrale und centrifugale Thätigkeit 162. Gesetz der isolirten Leitung, der Ueberstrahlung (des Reflexes), der Gewohnheit, der excentrischen Erscheinungen oder peripherischen Energie 165 bis 167. Das Gehirn 167. Das große, kleine und Mittelgehirn 168—171. Hirnthätigkeit 172. Das verlängerte Mark 174. Die Gehirnnerven 175. Rückenmark und Rückenmarksnerven 178. Sympathisches oder Gangliensystem 182. Nervensystem bei den Thieren 184.

IV. **Die Quellen des Lebens und der Kraft** 186. Sonne. Wärme und Arbeit (Gleichwerthigkeit von Wärme und Arbeit). Licht. Wärmequellen 186—191. Wärmeerzeugung im menschlichen Körper. Eigenwärme 191—197.

**B. Ernährungsapparate** 197—203. I. Blut, Lymphe und Speisesaft 203. Das Blut 203. Die Lymphe 209. Speisesaft 212. II. Gefäßgewebe und Gefäßsystem. Blut- und Lymphgefäße 212. Lymphdrüsen 215. Milz 217. Knochenmark 218. Thymusdrüse, Schilddrüse, Nebennieren 219. III. Blutumlauf und Kreislaufsorgane 220. Kleiner und großer Kreislauf, beim Embryo, Schnelligkeit 221—225. 1. Das Herz

225. Blutlauf durch dasselbe 226. Herzschlag 229. Herznervensystem 230. 2. Die Pulsadern 233. A. des Kopfes, B. des Rumpfes, C. der Gliedmaßen 236. 3. Die Blutadern 237. Pfortaderblutlauf 238. 4. Die Haar- oder Capillargefäße 239. Blut, Lymphe und Gefäßsystem bei den Thieren 241. IV. Athmungsapparat 242. Athmen; Brustkasten 244. Luftwege 246. Lungen 248. Athmen 250. Athmung bei den Thieren 255. — V. Verdauungsapparat 256. Vor- und Magenverdauung 258—261. Dünndarmverdauung 261. Dickdarmverdauung 262. Darmathmung 263. Mundhöhle 264. Speichel, Speicheldrüsen 265. Zähne 266. Kaubewegungen, Schlundkopf, Schlund 268. Magen 269. Dünndarm 272. Dickdarm, Bauchfell 274. Leber 275. Galle 276. Bauchspeicheldrüse, Koth, Excremente 277. Verdauungsapparat bei den Thieren 279. — VI. Harnapparat 281. Harnabsonderung 281. Nieren 282. Harn, Urin 285. Harnapparat bei den Thieren 286. — VII. Aeußere Haut 287. Nägel und Haare 291. Drüsen der Haut 294. Die Haut als Schutzorgan, Hautathmung 295. Hautausdünstung 296. Die Haut als Auffangungsorgan 297. Körperbedeckung bei den Thieren 297.

**C. Verstandesapparate** 298. I. Gehirn und Geist 302. Relatives Hirngewicht 303. Vererbung auf geistigem Gebiete 308. Hirnthätigkeit 310. Schlaf und Traum 316. II. Sinnesapparate 320. Sehapparat, Auge, Sehen 322—344. Sehorgan bei den Thieren 345. Gehörorgan, Ohr 346. Schall 360. Gehörorgan bei den Thieren 362. Geruchsorgan, Nase 364. Geschmacksorgan 368. Zunge 369. Geruchs- und Geschmacksorgane bei den Thieren 371. Tast- und Temperatur-Apparat 372. Empfindungsapparat 375. Tast- und Empfindungsapparat bei den Thieren 377. Stimmorgan, Kehlkopf, Stimme, Sprache 378—387. Bauchreden, Stottern 387. Taubstumme, Kehlkopfspiegel 388. Stimmapparat bei den Thieren 388.

**Topographische Uebersicht über den menschlichen Körper** 389—397.

**Die Stufenjahre des menschlichen Lebens.** I. Zeitraum der Unreife (Jugendalter) 397. II. der Reife (Mannesalter). III. der Abnahme (Greisenalter) 399.

**Sterben, Tod und Leiche** 400. Sterbeerscheinungen, Leiche 401. Scheintod, Lebendigbegrabenwerden, Leichenhaus, Beerdigung 402. Leichenverbrennung, Leichentransport 403.

---

## III. Abtheilung. Gesundheitslehre (Diätetik, Hygieine).

### Pflege des gesunden Körpers.

**Stoffwechsel** (Leben und Sterben, Gesundheit und Krankheit) 408.

I. **Neubildung des Blutes.** Nahrungs-Bedürfniß, Hunger und Durst 410. A. **Ernährung.** Was versteht man unter Nahrungsstoff, Nahrungsmittel, Genußmittel, Nahrung und Speisen? 412—420. Nahrungsstoffe 420. Organische Nahrungsstoffe. I. Stickstoffhaltige. Eiweißstoffe oder Albuminate und ihre stickstoffhaltigen Abkömmlinge 421—423. II. Stickstofffreie 423. Fette, Kohlenhydrate, Pektinstoffe, organische Säuren 423—426. Spannkräfte der Nahrungsstoffe 427. Unorganische Nahrungsstoffe. Wasser und Mineralsalze oder Aschebestandtheile 428. Nahrungsmittel. Wasser 431. Milch 438. Butter 446. Käse 447. Fleisch, Fleischbrühe, Fleischfett, Drüsen und Eingeweide, Blut, Wurst, leimgebende Gewebe 449—458. Rohes Fleisch 458. Zubereitung des Fleisches 459. Conservirung des Fleisches 462. Fleisch als Krankheitsursache 463. Fleischbeschau 467. Ei 467. Getreidearten, Mehl, Brod, Mehlspeisen 472. Hülsen

früchte 478. Kartoffeln 480. Gemüse 481. Obst und Früchte 482. Pilze, Flechten, Algen 484. Getränke 485. Genußmittel 486. I. Gewürze und Speisezusätze: Kochsalz 487. Gewürze, Essig 488. Fettige Speisezusätze, Zucker, Syrup und Honig 489. II. Eigentliche Genußmittel. Weingeistige Getränke 490. Bier 491. Wein 494. Branntwein 497. Kaffee 498. Thee 501. Chocolade 503. Fleischbrühe, Tabak 504. Schädliches in den Nahrungs- und Genußmitteln. Gifte, fremde Körper, Thiere und Thiereier 505, 506. Nährwerth der Nahrungsmittel. Ausnützung, Verdaulichkeit 506. Thierische, pflanzliche oder gemischte Kost? 509. Zubereitung der Nahrung. Abwechselung in der Kost 512. Geräthschaften 514. Was und wie viel soll der Mensch genießen? Ernährungsversuche; Normalnahrung des mittleren Menschen 515. Chemische Zusammensetzung der wichtigsten Nahrungsmittel 522. Wahl der Nahrung nach individuellen und klimatischen Verhältnissen, nach der Tages- und Jahreszeit 523. Vorsichtsmaßregeln beim Essen 526. Volksernährung. Ernährung der Arbeiter und Armen; Volksküchen 527. Regeln für den Nahrungsgenuß 530. — B. Pflege der Verdauungsorgane 531. Mundhöhle mit Zähnen 532. Uebler Mundgeruch 533. Schlundkopf und Speiseröhre, Magen 534. Dünndarm 535. Dickdarm, Stuhlgang, Leibesöffnung 536. Uebergang der Stoffe aus dem Verdauungsapparate in das Blut 536. — C. Pflege des Athmungsapparates 538. Luft und Athmung 538. Schädliche Luftarten 539. Luftreinigung 543. Lungenpflege 543.

II. **Pflege des Blutkreislaufs** 545. Regeln für den Blutkreislauf 546.

III. **Pflege der Gewebsneubildung und Mauserung** 546. Regeln für die Gewebsernährung 547.

IV. **Reinigung des Blutes** 548; durch die Lungen 548; durch die Leber, Nieren und Haut 549. Hautpflege 550. Uebelriechende örtliche Schweiße 552. Pflege und Krankheiten der Haare 553 und der Nägel 555. Luft, Licht und Wärme 555. Luft, Luftdruck 555. Wärme 559. Erkältung 561. Licht 562. Die Bekleidung des Körpers 563.

**Pflege der Verstandesapparate** 571. I. Pflege des Nervensystems 572. II. Pflege des Gehirns 573. Regeln für die Behandlung des Gehirns 575. Schlaf 576. III. Pflege der Sinne 578. Pflege der Augen 578, des Gehörorgans 589, des Geruchs-, des Geschmacksorgans, des Tast- und Temperaturapparates 592. Regeln für die Behandlung der Sinne 593. IV. Pflege des Stimmorgans 593. Pflege des Bewegungsapparates; willkürliche Bewegungen, Turnen 597. Bewegungsregeln 601. Bewegungskuren 602. Turnen, Velocipedes, Nähmaschine 603.

**Pflege des gesunden Menschen** in den verschiedenen Lebensaltern 604. I. Im Alter des Neugebornen 604. II. Im Säuglingsalter 609. III. Im Kindesalter 625. Zur Kindergärtnerei 637. IV. Im Knaben- und Mädchenalter 648. V. Im Jünglings- und Jungfrauenalter 658. VI. Im mittleren Lebensalter 663. VII. Im höheren Lebensalter 665.

**Gesundheitsregeln für die verschiedenen Berufsarten** 668—681.

**Gesundheitsregeln in Bezug auf den Wohnort** 681. Wohnung 682. Ventilation 684. Grundwasser 685. Bodenluft 687. Excremente 687. Desinfection 688. Abtritte; Küchenausgüsse 689. Sonnenlicht; künstliche Beleuchtung 690. Temperatur und Heizung 691. Trockenheit 692. Gegend 694. Klima 697. Auswanderung 703. Seekrankheit 704.

I. Abtheilung.

# Einleitung.

# Einleitung.

„Ein großes Lebendiges ist die Natur", sagte mit Recht ein gefeierter Dichter. Denn läßt man den forschenden Geist auf seiner nächsten Umgebung ruhen oder in die Weite des Weltalls schweifen, läßt man ihn zum Himmel sich erheben oder in die Tiefen der Erde dringen, überall wird man eine fortwährende Wandelung der Dinge, ein Binden und Lösen, ein Verbinden und Absterben, eine fortwährende, mehr oder weniger deutliche Bewegung wahrnehmen. Was sind diese Veränderungen und Bewegungen aber Anderes als Leben? Selbst da noch, wo der Tod seine Opfer in Nichts zu verwandeln scheint, entsprießt diesem Nichts ein neues Etwas; pflanzliche und thierische Generationen gehen unter, um neuen Platz zu machen. Der Tod ist eine Quelle neuen Lebens. — Pflanzen und Thiere und mit ihnen der Mensch durchlaufen von dem ersten Augenblicke ihres Entstehens an fortwährend eine Reihe von Veränderungen, die auch nach dem Tode noch nicht geschlossen ist, wo nur noch einige Gase und ein Häuflein Asche von ihnen übrig blieb. Was hier nach dem Tode langsam geschieht, sehen wir tagtäglich durch das Feuer mit Schnelligkeit vor sich gehen, und was durch das Feuer scheinbar ganz zerstört wurde, ist ohne Ausfall unter anderer Gestalt wieder aufzufinden. Wie dies nun heute geschieht, so geschah es schon vor vielen Millionen von Jahren, wo noch kein menschliches Auge beobachtete. Denn im Schooße der Erde liegen aus jener Zeit Milliarden von Geschöpfen begraben, die Zeugniß davon ablegen, daß nicht nur einzelne Pflanzen und Thiere, sondern ganze Pflanzen- und Thiergeschlechter entstanden und wieder ausstarben, ohne andere Spuren als versteinerte Ueberreste zurückzulassen. Ueberall finden sich Fingerzeige, daß keine Form des Daseins für die Ewigkeit existirt.

Das Wunderbarste bei all' diesem Wandel der Dinge ist: wo nimmt die Natur, diese scheinbare Verschwenderin ihrer eigenen Erzeugnisse, immer und immer wieder neuen Stoff zu ihren Werken her? Die Antwort ist einfach: in sich selbst hat sie ihre Schatzkammer, denn nur die Form der Körper und die Ver-

hältnisse ihrer Mischung verändern sich und gehen unter, nicht aber die Materie, diese ist ewig und unvergänglich. Was einmal vorhanden ist, kann durch nichts vernichtet, sondern nur in seiner Form, seinem physikalischen Aggregatzustand oder seiner chemischen Verbindungsweise verändert werden; verschwindet es auch scheinbar, so läßt es sich doch in vielen Fällen mit Hülfe der Wissenschaft (Chemie) wieder wahrnehmbar machen. Die zu Grunde gehenden Körper liefern das Material zu neuen. Wenn Pflanzen oder Thiere verwesen oder verbrennen, so zerfallen sie in die einzelnen, ihnen zu Grunde liegenden Bestandtheile (Mischungsbestandtheile); ein Theil derselben wird luftförmig, ein anderer bleibt als Asche zurück. Diese Ueberreste, Wasser, Luft, Erde, sind aber das Material, woraus die Natur neue Gebilde zusammenfügt; Wasser, Luft und Erde dienen der Pflanze als Nahrung, sie werden zu Bestandtheilen der Pflanze. Aus der Pflanze gewinnt das Thier unmittelbar oder mittelbar seine Nahrung und die Bestandtheile des Thieres werden wieder zu Bestandtheilen der Luft und des Bodens. Durch ihre Ausscheidung während des Lebens also, durch ihre Verwesung nach dem Tode geben Pflanzen, Thiere und Menschen das, was von der Erde stammte, dieser wieder; was von der Luft stammte, es kehrt in diese zurück. Luft und Erde werden zur Pflanze, die Pflanze wird zum Thier, das Thier wird zu Bestandtheilen der Erde und der Luft. Es ist nirgends Ruhe in der Natur; alle Stoffe befinden sich in einem fortwährenden Kreislaufe, in stetem Wechsel ihrer Vereinigung. Unausgesetzt geht aus dem Zerstörten neues Leben hervor. Das Holz, welches vor vielen Jahrtausenden einer üppigen Pflanzenwelt angehörte, die durch stürmische Elementarereignisse verschüttet, weggespült und begraben wurde, entreißen wir als Steinkohle dem Schooße der Erde. Sie wird verbrannt, wobei auch nicht ein Stäubchen davon verloren geht, und der größte Theil derselben erhebt sich in die Lüfte und dient der heutigen Pflanzenwelt wieder als Nahrung. Diese Pflanzen werden sodann von Thieren und Menschen verzehrt, und so wird derselbe Stoff, welcher vor Jahrtausenden, als noch keine Spur vom Menschen existirte, einem Baume angehörte, Bestandtheil eines Thieres oder eines Menschen. Kurz, alle in der Welt vorhandenen Stoffe nehmen weder ab noch zu (nach dem Gesetze der Erhaltung des Stoffes), sie befinden sich nur in einem fortwährenden Kreislaufe durch die drei Reiche der Natur; sie wandern aus dem Mineralreich (unorganische Natur) in das Pflanzen- und Thierreich (organische Natur) und kehren von da in das Mineralreich zurück, um den Kreislauf von Neuem zu beginnen. Ebenso wie der Stoff weder erzeugbar noch vernichtbar (also ewig) ist, eben so wenig kann auch die an demselben haftende Kraft vernichtet werden (nach dem Gesetze der Erhaltung der Kraft). Wie der Stoff nicht neu erzeugt, sondern nur in Form und Mischung um-

gestaltet werden kann, ebenso kann auch eine Kraft nicht geboren werden, denn so beständig wie die Materie selbst, sind auch die an ihr wirksamen Kräfte. Ueberall, wo scheinbar ein Stoff oder eine Kraft zu verschwinden scheint, verwandelt sie sich nur in eine oder mehrere andere, wobei auch nicht die geringste Menge verloren geht.

**Woher** das Material zum Weltenbaue stammt und **Warum** dasselbe vorhanden ist? Diese Fragen stellt sich die Wissenschaft nicht, weil sie weiß, daß diese niemals beantwortet werden können. Die Entstehung der vorhandenen Materie (des Stoffes) ist der menschlichen Erkenntniß entzogen und kann deshalb niemals Gegenstand wissenschaftlicher Forschung sein. Während der Glaube wohl einen Schöpfer kennt, der Alles zweckmäßig geschaffen und eingerichtet hat, hält die Wissenschaft die Materie für ewig und unvergänglich (weil noch niemals das Entstehen oder Vergehen auch nur des kleinsten Theilchens der Materie beobachtet worden ist) und sucht nur zu erforschen, **Wie** alles Vorhandene aus dieser Materie hervorgegangen ist. Für die Wissenschaft giebt es gar keine Schöpfung oder Entstehung des Stoffes, wohl aber eine Entstehung der Form der Naturkörper und zwar durch allmähliche Entwickelung des Vorhandenen aus dem Vorhergegangenen (nach der Umwandelungs- oder Entwickelungslehre, Descendenztheorie). Die Wissenschaft sucht die Entstehung und den innern gesetzmäßigen Zusammenhang der unbelebten und belebten Formen zu finden und betrachtet die allmählich fortschreitende Entwickelung der Naturkörper, die mit der Bildung der Erdrinde begann und sich ununterbrochen vom Unorganischen (Gesteinen, Wasser, Luft, Erdboden) auf das Organische (Protisten, Pflanzen, Thiere, Menschen) fortsetzt, als die nothwendige und unabänderliche Wirkung der physikalischen und chemischen Kräfte (Eigenschaften), welche an der Materie haften. — Die Ansicht, nach welcher Alles, besonders aber Pflanzen, Thiere und Menschen, Producte eines gütigen und zweckmäßig thätigen Schöpfers sind, pflegt man als „teleologische, vitalistische, dualistische“ zu bezeichnen; sie betrachtet die Entstehung der Materie als die Wirkung einer übernatürlichen Schöpfungsthätigkeit und ist ein reiner Glaubensartikel. Dagegen ist die Ansicht, welche das Eingreifen einer übernatürlichen, außerhalb der Materie stehenden schöpferischen Kraft leugnet und Alles, die organischen wie die unorganischen Naturkörper, als die nothwendigen Producte natürlicher Kräfte, als die nothwendigen Wirkungen ewiger und unabänderlicher Naturgesetze ansieht, als „mechanische, einheitliche, causale, monistische“ bezeichnet worden. Diese auf dem Gebiete der unorganischen Naturwissenschaft längst allgemein anerkannte Naturauffassung ist in der Lehre von den belebten Naturkörpern, in der Biologie, erst durch Darwin zu allgemeiner Anerkennung gelangt. In der That bietet die Darwin'sche Theorie (s. später) die Möglichkeit, die Entstehung der Menschen, Thiere

und Pflanzen ohne Zuhülfenahme einer übernatürlichen Schöpferkraft des Wunders) zu erklären und so eine einheitliche oder monistische Naturauffassung fester zu begründen.

Das Material, welches zum Aufbau unserer Erde, und höchst wahrscheinlich des ganzen Weltalls*), dient, besteht, wenn man dasselbe chemisch so weit als es zur Zeit der Wissenschaft möglich ist zerlegt, nur aus einigen sechzig Stoffen, welche nicht weiter in andere Stoffe zerlegt werden können. Diese (zur Zeit) unzerlegbaren Stoffe werden „Urstoffe, Elemente, Grundstoffe, einfache Körper" genannt und nur sie sind es, durch deren verschiedenartige Vereinigung die außerordentliche Mannigfaltigkeit der Körperwelt herbeigeführt wird. Keiner dieser Grundstoffe läßt sich in einen andern Grundstoff umwandeln und jeder hat seine ganz bestimmten Eigenschaften. Durch die verschiedenartigsten Vereinigungen der Urstoffe unter einander entstehen die sogenannten „zusammengesetzten Körper", in welchen nun, durch die Verschmelzung der Eigenschaften der sich vereinigenden Elemente, ganz neue und ihnen eigenthümliche Eigenschaften (Kräfte) zu Tage treten, während die der einzelnen verschmolzenen Elemente nicht mehr vorhanden sind, sondern sich im sogen. latenten, d. i. verborgenen oder schlummernden Zustande befinden. Durch die chemische Verbindung geht aber keine der Eigenschaften der vereinigten Stoffe verloren. Wird ein zusammengesetzter Körper wieder in seine Elemente aufgelöst, so verschwinden mit der Auflösung desselben natürlich auch dessen Eigenschaften (Kräfte) und es kommen die Elemente mit den ihnen eigenen Eigenschaften vollkommen nach Form, Gewicht und Kräften wieder zum Vorschein. Vereinigt man z. B. die beiden, in ihren Eigenschaften sehr von einander abweichenden Elemente „Sauerstoff" und „Wasserstoff" mit einander, so bildet sich „Wasser", ein Körper, welcher ganz andere Eigenschaften besitzt als seine beiden Elemente. Zerlegt man das Wasser, so erscheinen natürlich jene beiden Grundstoffe mit ihren bestimmten Eigenschaften wieder und die Kräfte des Wassers sind sammt dem Wasser verschwunden. — Die zusammengesetzten Körper, zu deren Bildung übrigens nur eine sehr geringe Anzahl von Grundstoffen beiträgt, bilden die Hauptmasse unseres Planeten, während die allermeisten Grundstoffe rein nur sehr vereinzelt auf unserer Erde vorkommen.

Die Grundstoffe gehen, nachdem sie sich aus früheren Verbindungen losgetrennt haben, fortwährend neue Verbindungen ein und erzeugen so immerfort neue zusammengesetzte Körper mit neuen Eigenschaften und Kräften. Daher kommt es denn auch, daß die Erde auf

*) Die Spectral-Analyse hat nachgewiesen, daß die Stoffe, aus welchen unsere Erde gebildet ist, zum großen Theil auch an der Zusammensetzung der Sonne und vieler anderer Himmelskörper betheiligt sind.

ihrer Oberfläche und in ihrer Rinde seit Jahrmillionen ein immer anderes Ansehen erhalten hat und immerfort noch erhält. — In den allerfrühesten Zeiten unserer Erdbildung entstanden blos, ohne Zweifel der damals herrschenden Verhältnisse wegen, durch einfache, aber sehr feste Vereinigung nur weniger Elemente, zusammengesetzte Körper von großer Einfachheit und ziemlich langer Existenz. Sie finden sich auch jetzt noch in und auf der Erde in flüssiger (luftförmiger und tropfbarflüssiger) und fester (erdiger, gestaltloser und krystallinischer) Form vor, werden „unorganische, todte, leblose, unbeseelte Körper" oder „Anorgane" genannt, bilden zusammen das „unorganische Reich" und sind die Gesteine, das Wasser, die Luft und der Erdboden, welcher letztere aber erst durch Zerstörung (Verwitterung) der Gesteine entstanden ist. Die Anorgane besitzen keine Ernährungsthätigkeit und üben keine anderen Lebensthätigkeiten (Fortpflanzung, Empfindung u. s. w.) aus, auch gehen eiweißartige Kohlenstoffverbindungen niemals in ihre Zusammensetzung ein.

Außer einfachen oder unorganischen Verbindungen der Elemente finden sich aber in den lebenden Wesen, in den Pflanzen, Thieren und Menschen, noch andere, äußerst mannigfaltige Eigenschaften besitzende Substanzen, welche durch die vielfach verschlungenen und sich durchkreuzenden Beziehungen und Verknüpfungen ihrer Grundstoffe zu einander, sehr complicirte, aber lockere Verbindungen darstellen. Sie sind, eben wegen der leicht trennbaren Verbindung ihrer Elemente, auch leicht zerstörbar und vergänglich, von kurzer Dauer, und bedürfen überhaupt zu ihrem Wachsen und Bestehen eines fortwährenden Sichneubildens. Bei ihrer Zerstörung lösen sie sich natürlich ebenfalls wieder in ihre Grundstoffe auf, die dann abermals in neue Verbindungen (zusammengesetzte Körper) ein- und zusammentreten. Die ganz besondere und von der in den Anorganen ganz verschiedene Verbindungsweise der Grundstoffe in diesen Substanzen bedingt zunächst gewisse physikalische Eigenthümlichkeiten, insbesondere in der Dichtigkeit ihrer Materie. Denn während sich die unorganischen Verbindungen entweder in festem oder flüssigem Zustande befinden, haben diese Verbindungen, wegen der Durchtränkung und Aufquellung ihrer festen Bestandtheile mit vielem Wasser, eine festflüssige Beschaffenheit (Aggregatzustand). Auf dieser Quellungs- (Imbibitions-) Fähigkeit dieser Körper, auf ihrem verwickelten chemischen Bau und auf ihrer leichten Zersetzbarkeit beruhen die charakteristischen Erscheinungen des Lebens. Die Grundstoffe, welche hauptsächlich zur Bildung dieser Verbindungen beitragen, sind: Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff. Derjenige Grundstoff aber, welcher vorzugsweise diesen Substanzen ihre Eigenthümlichkeiten und großen Verschiedenheiten von einander verleiht, ist der Kohlenstoff. Dieser erzeugt nämlich durch seine ganz besondere Neigung zur Bildung verwickelter Verbindungen mit den anderen

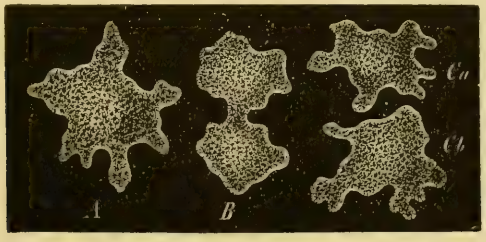
Elementen die größte Mannigfaltigkeit in der chemischen Zusammensetzung und so auch in den Formen und Eigenschaften jener Körper. Er ist es, welcher in seiner Verbindung mit den genannten Elementen (zu denen sich in der Regel noch Schwefel und bei manchen Verbindungen noch Phosphor und Eisen gesellt) die verschiedenartigen Eiweißstoffe bildet und damit die ganz unentbehrliche chemische Grundlage für die Existenz jener Körper abgiebt. — Weil die meisten lebenden Wesen bald eine größere, bald eine geringere Anzahl von „Organen", d. h. von Werkzeugen besitzen, von denen jedes einzelne seinen ganz bestimmten Bau, seine eigene Form, seine bestimmte chemische Zusammensetzung und seine von diesen abhängige, bestimmte Thätigkeit hat, alle zusammen aber zum Bestehen des Ganzen thätig sind, deshalb nennt man auch die lebenden Wesen (Protisten, Pflanzen, Thiere und Menschen) „Organismen", die chemischen Verbindungen, aus welchen sie sich zusammensetzen, organische Verbindungen oder Körper und die Elemente, aus welchen die letzteren hauptsächlich bestehen (Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff) Organogene. In den pflanzlichen Organismen findet sich überwiegend der Kohlenstoff vor und dieser wird deshalb auch „Phytogen, Pflanzenstofferzeuger" genannt, während der Stickstoff in dem thierischen und menschlichen Organismus vorherrschend ist und darum als „Zoogen, Thierstofferzeuger" bezeichnet wird. Der Sauerstoff oder die Lebensluft ist sodann der Vermittler aller in den Organismen vorkommenden Bewegungen und Thätigkeiten und unterhält in denselben mit Hülfe von Verbrennungen den zum Leben unentbehrlichen Wärmegrad.

Für die kurze Zeit ihrer Existenz haben es die Organismen durchaus nöthig, daß ihnen fortwährend solche Stoffe zugeführt werden, aus denen sie selbst ihren Körper, der in einer ununterbrochenen chemischen Veränderung begriffen ist, fort und fort neu aufbauen. Dieser Neubau, mit den sogen. Ernährungsbewegungen, ist das Charakteristische für die Organismen, nicht aber die Organe, da manchen, nämlich den einfachsten Organismen Organe fehlen. Man pflegt dieses fortwährende Neubilden und Absterben der Bestandtheile der Organismen „Stoffwechsel" zu nennen. So lange derselbe im Gange ist, sagt man von jedem Organismus „er lebt", betrachtet Stoffwechsel und Leben als gleichbedeutend und nennt die Organismen auch „belebte, lebende und lebendige Körper". Hört der Stoffwechsel in ihnen auf, dann pflegt man dies „Sterben, Tod" zu nennen und in dem dadurch zur „Leiche" gewordenen Organismus tritt nun durch Trennung der verschiedenen, sehr locker mit einander verbundenen Elemente die durch den Sauerstoff der Luft und niedrige Organismen (Bacterien und Vibrionen) bewirkte Zerstörung der organischen Substanz (durch Gährung, Fäulniß, Verwesung, Vermoderung) und damit die Umbildung derselben in unorganische Stoffe ein. Auf diese Weise hört zwar jeder

Organismus als solcher mit seinen Eigenschaften nach seinem Tode scheinbar ganz auf, allein es dauern seine Grundstoffe (meist zu unorganischen Stoffen, Gasen, Asche vereinigt) fort und helfen nun wieder neue Körper bilden. Die eigenthümlichen Bewegungserscheinungen der Organismen, welche man unter dem Namen des „Lebens" zusammenfaßt, sind nun aber ja nicht etwa der Ausfluß einer besonderen mystischen von der Materie ablösbaren Kraft, „der Lebenskraft", sondern lediglich die unmittelbaren und mittelbaren Leistungen der physikalischen und chemischen Kräfte, welche an der Materie dieser Körper haften, besonders an den Eiweißkörpern und anderen complicirten Verbindungen des Kohlenstoffs. Denn nur aus den Verschiedenheiten, welche sich in der feineren und gröberen Zusammensetzung der Materie zwischen Organismen und anorganischen Naturkörpern zeigen, können wir uns die davon abhängigen Unterschiede in deren Formen und Thätigkeiten erklären.

Die Form (Structur und Textur), welche den die Organismen zusammensetzenden „organischen Verbindungen" zukommt, pflegt man als „organisirte" zu bezeichnen. Die einfachsten Organismen, die theils im Meere, theils in Süßwasser lebenden Moneren, besitzen noch keine organisirte Form, sie bestehen nur aus einem Klümpchen formloser organischer Masse, dem sogen. „Plasson oder Urschleim, auch Plasma, Protoplasma, Cytoplasma, Sarkode" genannt,

Fig. 1.



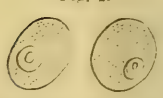

Ein Moner (Protamoeba) in der Fortpflanzung begriffen. A. Das ganze Moner. B. Dasselbe zerfällt durch eine mittlere Einschnürung in zwei Hälften. C. Jede der beiden Hälften hat sich von der andern getrennt und stellt nun ein selbstständiges Individuum dar. (Stark vergrößert.) Nach Haeckel.

dessen wechselnde, formveränderliche Fortsätze alle Lebensthätigkeiten (Ernährung, Bewegung, Wachsthum und Fortpflanzung) gleichzeitig besorgen. Da das Protoplasma für Reize (mechanische, elektrische und chemische) empfänglich ist, so muß ihm auch Empfindungsfähigkeit, wenn auch der denkbar niedrigsten Art, zugeschrieben werden. Nach der verschiedenen Art und Weise der Bewegung und Fortpflanzung hat man

mehrere Arten und Gattungen von Moneren unterschieden. Manche Moneren pflanzen sich durch Selbsttheilung fort, wobei sie durch Abschnürung in zwei Hälften zerfallen (s. Fig. 1.); andere ziehen sich, nachdem sie eine gewisse Größe erreicht, in Kugelform zusammen, umgeben sich mit einer gallertartigen schützenden Hülle und zerfallen in eine große Anzahl kleiner Schleimkügelchen, welche die gemeinsame Hülle durchbrechen und durch einfaches Wachsthum sich bald zu reifen Individuen entwickeln. Die Moneren beweisen, daß das Leben nicht an eine bestimmte anatomische Zusammensetzung des lebendigen Körpers, nicht an ein Zusammenwirken verschiedener Organe, sondern an eine gewisse chemisch-physikalische Beschaffenheit der formlosen Materie gebunden ist, an die eiweißartige Substanz, eine festweiche stickstoffhaltige Kohlenstoffverbindung.

An die Moneren, die „Organismen ohne Organe", schließen sich die Zellen, jene bekannten organischen Individuen an, welche in sehr großer Zahl den Körper der allermeisten Organismen (Pflanzen, Thiere und Menschen) zusammensetzen. Jede organische Zelle ist bis zu einem gewissen Grade ein selbstständiger Organismus und jeder höhere Organismus ist gewissermaßen eine Gesellschaft oder ein Staat von solchen vielgestaltigen, durch Arbeitstheilung verschiedenartig ausgebildeten „Elementarorganismen". Die organische Zelle ist, wie das Moner, nur ein einfaches Schleimklümpchen, unterscheidet sich aber von dem Moner dadurch, daß ihr Körper aus zweierlei verschiedenen eiweißartigen Substanzen besteht, aus einer inneren festeren Substanz, dem Zellenkern oder Nucleus, welcher häufig noch ein eigenartiges, scharf umschriebenes Bläschen, das Kernkörperchen, einschließt, und einer äußeren weichen Substanz, dem Zellstoff oder Protoplasma. Um viele Zellen bildet sich späterhin noch durch Ausschwitzung eine äußere schützende Hülle, die Zellhaut oder Zellenmembran (s. Fig. 2). Bei vielen Protisten (Gregarinen, Infusorien, Acineten u. s. w.) und einzelligen Pflanzen besteht der ganze Organismus zeitlebens nur aus einer solchen Zelle (selbstständige einzellige Organismen), die sich meistens, wie die Moneren und die unselbstständigen (den Körper höherer Organismen zusammensetzenden) Zellen durch Theilung fortpflanzen. So z. B. die namentlich im süßen Wasser, aber auch im Meere und auf feuchter Erde lebenden Amoeben (s. Fig. 3.), nackte (hüllenlose) Zellen, die sich dadurch fortbewegen, daß der formlose Körper fingerartige Fortsätze (Scheinfüße) ausstreckt, die in beständigem Wechsel begriffen sind und die übrige Körpermasse nach sich ziehen (daher amoebenartige oder amoeboide Bewegungen). Die Amoeben haben große Aehnlichkeit mit den hüllenlosen Eizellen vieler niederer Thiere und sind deshalb

Fig. 2.



Kuglige thierische Zelle mit Zellhaut, Zellinhalt, Kern u. Kernkörperchen.

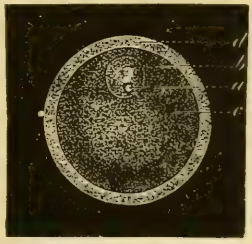
noch von besonderer Bedeutung, weil im Körper aller vielzelligen Thiere amoebenartige Zellen vorkommen z. B. die farblosen Blutkörperchen der Wirbelthiere).

Abgesehen von den Moneren ist jeder Organismus (Pflanze, Thier und Mensch) im Beginne seiner Existenz weiter nichts, als eine einfache Zelle, ein einziges Schleimklümpchen mit einem Kerne — denn das Ei, aus welchem sich die meisten Thiere und Pflanzen entwickeln, ist eine einfache Zelle — aus welchem er sich durch den sogen. Zerklüftungs- oder Furchungsproceß meist in folgender Weise hervorbildet. Sobald die Eizelle (s. Fig. 4.) befruchtet ist, zerfällt der Zellenkern durch Selbsttheilung in zwei Kerne und um jeden dieser Kerne häuft sich Zelleninhalt (Plasma) an, so daß nun in einer Zelle (Mutterzelle) zwei junge (Tochterzellen, s. Fig. 5 A.) sich befinden. Diese beiden Zellen zerfallen durch fortgesetzte Selbsttheilung in vier (s. Fig. 5 B.), diese in acht (s. Fig. 5 C.), in sechzehn, zweiunddreißig ꝛc. Zellen und endlich ist ein kugliger Haufen von sehr zahlreichen kleinen Zellen (Embryonalzellen) entstanden (s. Fig. 5 D.), die sich nun durch weitere Vermehrung, durch ungleichartige Ausbildung (zu Plättchen, Fäserchen, Röhrchen, Häutchen) und durch Arbeitstheilung der Zellen allmählich zu den mannigfachen Geweben umwandeln, welche die verschiedenen Organe des Organismus zusammensetzen.

Fig. 3.

Eine kriechende Amoebe (stark vergrößert). Im Innern des Protoplasma-Körpers ist der rundliche Zellkern mit seinem Kernkörperchen sichtbar. Nach Haeckel.

Fig. 4.

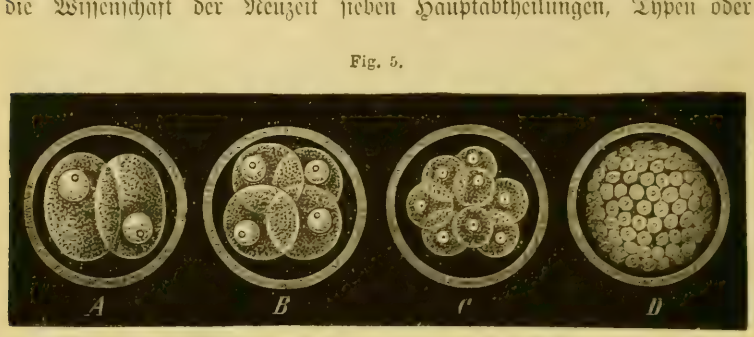


Das Ei des Menschen, hundertmal vergrößert.
a. Kernkörperchen (sogen. Keimfleck des Eies);
b. Kern (sogen. Keimbläschen des Eies);
c. Zellstoff od Protoplasma (sogen. Dotter des Eies);
d. Zellhaut (Dotterhaut des Eies).

Betrachtet man nun die Organismen, welche auf unserer Erde gelebt haben und noch leben, so ergiebt sich zuvörderst, daß dieselben in drei große Abtheilungen, in Protisten oder Urwesen, Pflanzen und Thiere zerfallen. Mit dem Namen Protisten hat man Wesen benannt, die vermöge ihrer außerordentlich einfachen Zusammensetzung an der untersten Grenze des Lebens stehen und weder für Pflanzen noch für Thiere erklärt werden können. Jede dieser drei Haupt-

abtheilungen zerfällt in mehrere Hauptgruppen. Im Pflanzenreich unterscheidet man zunächst zwei Hauptgruppen: Geheimblühende (Cryptogamen) und Offenblühende (Phanerogamen), von denen die ersteren wieder in vier Hauptclassen (Tange oder Algen; Fadenpflanzen; Pilze und Flechten; Moose und Farne), die letzteren in zwei Hauptclassen (Nacktsamige und Decksamige) zerfallen. Im Thierreich, wo man früher (Cuvier, Bär) nur vier Hauptgruppen annahm, unterscheidet die Wissenschaft der Neuzeit sieben Hauptabtheilungen, Typen oder

Fig. 5.




Erster Beginn der Entwickelung des Säugethiereies, sogenannte „Eifurchung" (Fortpflanzung der Eizelle durch wiederholte Selbsttheilung). A. Das Ei zerfällt durch Bildung der ersten Furche in zwei Zellen. B. Diese zerfallen durch Halbirung in vier Zellen. C. Die letzteren sind in acht Zellen zerfallen. D. Durch fortgesetzte Theilung ist ein kugliger Haufen von zahlreichen Zellen entstanden. Nach Haeckel.

Stämme: Wirbelthiere, Gliederthiere, Sternthiere, Weichthiere, Wurmthiere, Pflanzenthiere und Urthiere. Jede dieser Hauptgruppen besitzt einen ganz eigenthümlichen Bauplan oder Typus, welcher bei den sechs höheren Thierstämmen durch das eigenthümliche Lagerungsverhältniß der wichtigsten Körpertheile und die Verbindungsweise der Organe bestimmt ist. In jeder dieser sechs Hauptabtheilungen giebt es eine baumförmig verzweigte Stufenleiter von sehr einfachen und unvollkommenen bis zu sehr zusammengesetzten und hoch entwickelten Formen. Diese größere oder geringere Ausbildung innerhalb einer Hauptgruppe hängt nur von der mehr oder weniger ausgebildeten Arbeitstheilung der Zellen und Organe, nicht aber von dem Bauplan des Typus ab.

Vergleicht man die in den verschiedenen Erdschichten vorhandenen versteinerten oder fossilen Ueberreste, Petrefakten, der früheren Thier- und Pflanzenwelt unter einander und mit den jetzt lebenden Thieren und Pflanzen, so ergiebt sich, daß im Großen und Ganzen ein stetiger Fortschritt von einfachen und unvollkommenen zu complicirten und höher entwickelten Lebensformen stattgefunden hat. Jede Hauptgruppe

des Thier- und Pflanzenreichs war während der verschiedenen Perioden der Erdgeschichte durch eine Reihe von ganz verschiedenen Classen und Arten vertreten und die ausgestorbenen Organismen werden denjenigen der Gegenwart um so ähnlicher, je jünger die Periode der Erdgeschichte war, in der sie lebten, starben und von den abgelagerten und erhärtenden Schlammschichten umschlossen wurden.

Die Frage nach der Entstehung der verschiedenen Pflanzen- und Thierarten wurde lange Zeit entweder im Sinne der Bibel dahin beantwortet, daß es so viele Arten gäbe, als Gott erschaffen habe („Wir zählen so viele Arten, als das unendliche Wesen im Anfang der Dinge schuf" Linné) oder sie blieb auch dann, wenn man an die wunderbare Erschaffung der Arten nicht glaubte, unbeantwortet, weil eine wissenschaftliche Erklärung der verschiedenen Thier- und Pflanzenarten unmöglich war. Linné rechnete diejenigen Individuen zu einer Art, deren Stammbaum in directer Linie auf das aus der Hand des Schöpfers hervorgegangene Paar zurückführe. In der Praxis stellten die Naturforscher in eine Art oder Species diejenigen Einzelwesen, welche einander in der Formbildung sehr ähnlich oder fast gleich waren und sich nur durch sehr unbedeutende Formenunterschiede von einander trennen ließen. Als verschiedene Arten galten diejenigen Individuen, welche wesentliche Unterschiede in ihrer Körpergestaltung darboten.

Da aber niemals alle Individuen einer Art in allen Stücken völlig gleich sind, jede Art mehr oder weniger abändert oder variirt, so herrschte in der systematischen Artunterscheidung eine große Willkür und Niemand wußte zu sagen, welcher Grad der Abänderung eine wirkliche „gute Art", welcher Grad blos eine Spielart, Rasse oder Varietät bezeichne. Cuvier, der verdienstvolle Begründer der wissenschaftlichen Versteinerungskunde oder Paläontologie, wies zuerst nach, daß die ausgestorbenen Thierarten, deren Ueberbleibsel wir in den verschiedenen, über einander liegenden Schichten der Erdrinde versteinert vorfinden, sich um so auffallender von den jetzt noch lebenden, verwandten Thierarten unterscheiden, je tiefer jene Erdschichten liegen, d. h. je früher die Thiere in der Vorzeit lebten — nahm aber dabei irrthümlich an, daß eine Reihe unabhängiger Perioden der organischen Erdgeschichte existirt habe; jede Periode sei durch eine bestimmte, ihr ganz eigenthümliche Bevölkerung von Thier- und Pflanzenarten ausgezeichnet gewesen; diese sei am Ende der Periode durch eine allgemeine Revolution (Katastrophe) vernichtet und nach dem Aufhören der letzteren wiederum eine neue, specifisch verschiedene Thier- und Pflanzenwelt erschaffen worden. Erhielt sich auch bei der Mehrzahl der Naturforscher der Glaube an Cuvier's Revolutions- (Katastrophen- oder Kataklysmen-) Theorie bis in die erste Hälfte unseres Jahrhunderts, so sprachen doch einzelne vorurtheilsfreie, ihrer Zeit vorausgeeilte

Denker mehr oder weniger entschieden den Gedanken aus, daß die Arten sich allmählich verändern. Vor Allen sind hier die beiden Franzosen Lamarck und Etienne Geoffroy Saint Hilaire zu nennen. Lamarck stellte zuerst, im Jahre 1801, entschieden die Abstammungslehre, d. h. diejenige Hypothese auf, welche lehrt, daß alle Organismen von einigen wenigen, höchst einfachen Stammformen oder Urwesen abstammen, und daß sie sich aus diesen innerhalb außerordentlich langer Zeiträume auf dem natürlichen Wege allmählicher Umbildung entwickelt haben. Die Umbildungen der organischen Formen werden nach Lamarck nur durch äußere Einflüsse bewirkt; sie werden im Verlaufe der Zeit zu wesentlichen Verschiedenheiten, so daß nach vielen auf einander folgenden Generationen die Individuen, welche ursprünglich einer anderen Art angehörten, sich schließlich in eine neue umgewandelt finden. Ein großes Gewicht legt Lamarck auf die Wirkung der Gewohnheit, auf den Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Nur dem außerordentlich großen Ansehen, welches Cuvier's Autorität genoß, ist es zuzuschreiben, daß Lamarck's Umbildungs- oder Transmutationstheorie und sein geniales Hauptwerk, „Philosophie zoologique" (1809), ein halbes Jahrhundert übersehen oder vergessen war. Während die meisten Zoologen und Botaniker im Sinne Cuvier's fortarbeiteten, vollzog sich aber bereits in der Geologie ein Umschwung, nachdem der Engländer Lyell 1830 (Principles of geology) die Katastrophen-Theorie Cuvier's gründlich widerlegt und beseitigt hatte. Lyell wies nach, daß außerordentlich lange Zeiträume und diejenigen Veränderungen der Erdoberfläche, welche jetzt noch unter unseren Augen vor sich gehen, vollkommen hinreichend sind, Alles zu erklären, was wir von der Entwickelung der Erdrinde überhaupt wissen, und daß es überflüssig ist, in räthselhaften Revolutionen die unerklärlichen Ursachen dafür zu suchen.

Zu derselben Zeit zeigte Carl Ernst Bär in seiner epochemachenden „Entwickelungsgeschichte der Thiere" (1828—1837), daß der Embryo oder Keimling der höheren Thiere im Fortgange der Entwickelung eine Reihe von Formen durchläuft, die für die Reihe der niederen Thiere bleibende sind. Es ergab sich nun, daß zwischen der Entwickelung des Individuums (Embryologie oder Ontogenie) und der systematischen und paläontologischen Reihe, der das Individuum angehört, eine merkwürdige Uebereinstimmung besteht und es lag nahe daran zu denken, den Fortschritt von niedrigeren zu höheren Organisationsstufen, welchen die in der Erdrinde aufgefundenen versteinerten wie die noch heute lebenden Organismen aufweisen, als das Resultat einer allmählich fortschreitenden Entwickelung zu betrachten. So war Alles vorbereitet, um die Lehre von den Lebewesen oder die allgemeine Biologie auf wissenschaftlichere Wege zu führen, wie sie die Geologie bereits seit Lyell mit Glück eingeschlagen hatte.

Dem großen englischen Naturforscher Charles Darwin war es vorbehalten, die Entstehung der mannigfaltigen organischen Formen ohne Zuhülfenahme wunderbarer Neuschöpfungen zu erklären. Er verband die vorbereitenden Arbeiten eines Lamarck, Bär und Lyell mit den Resultaten seiner eigenen langjährigen Beobachtungen und Versuche und reformirte (1859) durch seine Selections- oder Züchtungstheorie (d. i. der sogen. Darwinismus) die Lamarck'sche Abstammungslehre, welche er neu belebte und zum lebendigen Gemeingut der Lehre von den Lebewesen (Biologie) erhob.

Der Grundgedanke Darwin's entspricht der bereits von Lamarck aufgestellten Umbildungs- oder Abstammungslehre, daß alle verschiedenen Thier- und Pflanzenarten, welche jemals existirt haben und noch existiren, von einigen wenigen oder einer einzigen höchst einfachen Grundform abstammen. Dabei ist jedoch stets zu bedenken, daß die jetzt vorhandenen Formen nicht etwa direct aus einander hervorgegangen, sondern nur die Abkömmlinge, Endglieder oder letzten Resultate einzelner Abzweigungen aus den großen Entwickelungsstämmen der Vergangenheit sind, gebildet durch eine Millionen Jahre dauernde, langsame Arbeit der Natur. Es ist eine Unmöglichkeit, daß solche Ausläufer einer für sich verlaufenden Reihe an ihren Endgliedern oder Endpunkten in einander übergehen können. Aus einem Esel kann niemals ein Löwe, aus einem jetzigen Affen kein Mensch werden, obschon sie in der Vergangenheit einer Wurzel entsprossen zu sein scheinen. Wie bei einem Strauche die Zweige neben einander in verschiedener Höhe emporwachsen und aus einem Zweig immer andere Zweige hervorgehen, so verhält es sich bei der ursprünglichen Bildung der Pflanzen und Thiere. Aus einem gemeinsamen Urstamme wuchsen verschiedene Abtheilungen hervor, von welchen sich eine jede für sich weiter fortbildete und sich mit jedem Schritt weiter von ihrem ersten Vorbild entfernte, ohne directen Zusammenhang weiter mit den anderen Abtheilungen zu haben. Auch der Mensch macht hinsichtlich seiner Entwickelung von den Pflanzen und Thieren keine Ausnahme, auch von ihm glaubt die Abstammungslehre nachweisen zu können, daß seine Ahnen bis zu der einfachsten Ur- oder Stammform zurückreichen und daß er sich aus einer ausgestorbenen Affenart der alten Welt (schwanzlosen Schmalnasen) ähnlich den noch heute lebenden Menschenaffen (Gibbon, Orang, Schimpanse und Gorilla) hervorgebildet hat.

Nach der Descendenztheorie mußte also der Mensch, gleich allen übrigen Organismen (Thieren und Pflanzen) einen Entwickelungsgang vom Einfachen zum Vollkommeneren durchmachen, ehe er Das geworden, was er jetzt ist; jedes seiner Organe gelangte erst durch unmerklich kleine, allmähliche Abänderungen des gleichen Organs in seinen thierischen Ahnen zu seiner jetzigen Vollkommenheit, und seine Ahnen erstrecken sich, nach Darwin's und Haeckel's genealogischer Hypothese, durch die

Reihen der Säugethiere, der Reptilien, Fische und Würmer bis zu der einfachen Zelle herab. Daß dem so ist, dafür spricht unter Anderm, daß der Mensch in einer großen Menge von Punkten mit den Thieren (und zwar besonders mit den Affen) die größte Gemeinschaft zeigt. So besitzt zuvörderst sein Körper alle Eigenthümlichkeiten, welche die Wirbelthiere charakterisiren und ist nach demselben Grundplane, wie bei den Säugethieren, aufgebaut; er gleicht ferner in seiner Gestaltung während der ersten Zeit seiner Entwickelung, also während seines Ungeborenseins (als Embryo oder Keimling) der thierischen Form in einer solchen Weise, daß zu einer bestimmten Zeit der menschliche Embryo von dem eines Hundes, Huhnes, einer Schildkröte ꝛc. kaum zu unterscheiden ist. — In frühen Entwickelungsstadien entspricht der Keimling des Menschen (und der höheren Wirbelthiere) gewissen Bildungen, wie sie bei niederen Fischen zeitlebens bestehen. Der fischähnliche Körper bildet sich alsdann zu einem amphibienartigen um, aus welchem sich später der Säugethierkörper entwickelt. Bei dem letzteren lassen sich wieder in den auf einander folgenden Entwickelungsstufen eine Reihe von Umbildungen unterscheiden, die den Verschiedenheiten verschiedener Säugethier-Ordnungen und Familien entsprechen. Die embryonale Entwickelung des Menschen entspricht durchaus der paläontologischen Entwickelung seines hypothetischen Stammes, denn die Vorfahren des Menschen und der höheren Säugethiere treten in der Erdgeschichte zuerst als Fische, dann als Amphibien, später als niedere und zuletzt als höhere Säugethiere auf. — Es sind sodann dem Menschen (wie dies auch bei den Thieren der Fall ist) Theile angeboren, welche man nur als ererbte Ueberbleibsel von verkümmerten Organen seiner thierischen Vorfahren anzusehen gezwungen ist, da er sie gar nicht brauchen kann, ja die ihm sogar Nachtheile bringen können. Man nennt solche nutzlose Erbstücke „rudimentäre Organe“. Beim Menschen sind zum Beispiel verkümmerte Bewegungs-Muskeln des Ohres vorhanden, welche ihrem völligen Verschwinden entgegen gehen und nur noch von Einzelnen (nach andauernder Uebung) bewegt werden können. Ebenso besitzt die kleine halbmondförmige Falte am inneren Augenwinkel für das menschliche Auge gar keinen Nutzen und ist der verkümmerte Rest eines dritten, inneren Augenlides (der Nickhaut), welches bei anderen Säugethieren, Vögeln und Reptilien sehr entwickelt ist. — Es kommt ferner auch nicht selten vor, daß Thiere geboren werden, welche weit mehr Aehnlichkeit, und zwar im Ganzen wie in einzelnen Theilen, mit ihren Vorfahren aus einer niedrigeren Entwickelungsstufe haben, als mit ihren Zeitgenossen. Ferner treten mitunter beim Menschen abnorme Theile auf, die nur Thieren eigen sind (z. B. Abweichungen in der Muskelbildung, die der thierischen Bildung überhaupt oder der des Affen entsprechen; vier Brustdrüsen, wie bei den Halbaffen); auch kommen Spaltungen von Organen vor, wodurch diese den entsprechenden

thierischen Organen ganz ähnlich werden, u. s. w. Man bezeichnet diese Bildungshemmungen als „Rückschläge“ (Atavismus) auf die früheren thierischen Ahnen des Menschen. Während bei diesen Rückschlägen die thierähnlichen Bildungen nur zeitweilig als Abnormitäten gefunden werden, sind die rudimentären Organe stets und als normale vorhanden.

Die Hauptstützen für die Annahme, daß alle Organismen, welche überhaupt bis jetzt auf unserer Erde existirt haben und noch existiren, sich in außerordentlich langen Zeiträumen ganz allmählich durch Umbildung aus einfachen Stammformen entwickelt haben, liefern zahlreiche Thatsachen der vergleichenden Anatomie und der Entwickelungsgeschichte der Individuen (Embryologie oder Ontogenie), sowie die versteinerten Ueberreste von Thieren und Pflanzen, die Petrefacten, Versteinerungen, welche in der Erdrinde begraben liegen. — Die Versteinerungslehre, Vorweltkunde oder Paläontologie ist die Entwickelungsgeschichte der Organismenreihen in ihrer geologischen Aufeinanderfolge. Sie ist es, welche uns die in versteinertem Zustande erhaltenen Reste und Abdrücke von ausgestorbenen Thieren und Pflanzen als die wahren „Denkmünzen der Schöpfung“ und die untrüglichsten Urkunden, welche die Geschichte der Organismen auf unerschütterlicher Grundlage feststellen, kennen lehrt. Alle versteinerten (fossilen) Reste und Abdrücke berichten uns von der Gestalt und dem Baue solcher Thiere und Pflanzen, welche entweder die Urahnen und die Voreltern der jetzt lebenden Organismen sind, oder aber ausgestorbene Seitenlinien, die sich von einem gemeinsamen Stamm mit den jetzt lebenden Organismen abgezweigt haben. Die paläontologischen Erfahrungen constatiren ferner, daß zu allen Zeiten des organischen Lebens auf der Erde eine beständige Zunahme in der Vollkommenheit der organischen Bildungen stattgefunden hat. Seit jener unvordenklichen Zeit, in welcher das Leben begann, haben sich alle Organismen im Ganzen wie im Einzelnen vervollkommnet und höher ausgebildet. Die stetig zunehmende Mannigfaltigkeit der Lebensformen war stets auch zugleich vom Fortschritt in der Organisation begleitet. Je tiefer man in die Schichten der Erde hinabsteigt, in welchen die Reste der ausgestorbenen Thiere und Pflanzen begraben liegen, je älter diese also sind, desto einförmiger, einfacher und unvollkommener sind ihre Gestalten. So gehören z. B. die ältesten fossilen Wirbelthierreste den tiefstehenden Fischclasse, die höher liegenden Reste den vollkommneren Amphibien und Reptilien, die Reste in den obersten Schichten der höchstorganisirten Wirbelthierclassen, den Vögeln und Säugethieren, an. Ebenso verhält es sich im Pflanzenreiche, wo anfangs blos die niedrigste und unvollkommenste Classe, diejenige der Algen oder Tange, existirte; dann die Laub- und Lebermoose und später erst die Gruppe der farnkrautartigen Pflanzen oder Filicenen (Farne, Schafthalme,

Schuppenpflanzen) auftraten und nach dieser erst die Blüthenpflanzen (Nadelhölzer und Cycadeen) zum Vorschein kamen.

Bestätigt demnach im Allgemeinen die Paläontologie die Theorie von dem natürlichen Vervollkommnungsprocesse und der fortschreitenden Entwickelung der pflanzlichen und thierischen Organismen, so ist sie doch in vielen Fällen nicht im Stande, die Uebergangsformen zwischen den verschiedenen Thier- und Pflanzengruppen, die sogen. Zwischenformen, nachzuweisen. Hier ist aber zu bedenken, daß in der Regel nur harte und feste Körpertheile Knochen und Zähne der Wirbelthiere, Kalkschalen der Weichthiere, Chitinskelete der Gliederthiere, Kalkskelete der Sternthiere und Korallen, die holzigen, festen Theile der Pflanzen der Versteinerung fähig sind und daß nur diejenigen Landbewohner versteinerte Spuren zurücklassen konnten, die zufällig vom Wasser ergriffen und vom Schlamm bedeckt worden sind. Ferner ist hervorzuheben, daß erst ein kleiner Theil der Erdoberfläche gründlich paläontologisch untersucht ist; der bei weitem größte Theil der Erdrinde ist noch nicht aufgeschlossen. In vielen Fällen sind aber die Zwischenformen sehr vollständig erhalten, ja in einigen Fällen sind die extremsten Formen durch so massenhaft verbindende Zwischenformen verknüpft, daß daraus auf das Klarste der Stammbaum der ganzen Formengruppe entwickelt werden konnte. Manche andere der bisher bestandenen Lücken beginnen sich jetzt auszufüllen, nachdem die Bearbeiter nicht mehr einseitig nach scharfen Unterschieden „guten Arten" suchen, sondern sich auch um Auffindung der Uebergänge („schlechten Arten") bemühen. Ueber die Unvollkommenheit der geologischen Urkunde, die wir von der Entwickelung der Erdbewohner besitzen, äußert Darwin: „Der natürliche Schöpfungsbericht, wie ihn die Paläontologie liefert, ist eine Geschichte der Erde, die unvollständig geführt und in allmählich wechselnden Dialecten niedergeschrieben wurde, von der aber nur der letzte, blos auf einige Theile der Erdoberfläche sich beziehende Band auf uns gekommen ist. Doch auch von diesem Bande ist nur hier und da ein kurzes Capitel erhalten, und von jeder Seite sind nur hier und da einige Zeilen übrig. Jedes Wort der langsam wechselnden Sprache dieser Beschreibung, mehr oder weniger verschieden in den auf einander folgenden Abschnitten, wird den anscheinend plötzlich umgewandelten Lebensformen entsprechen, welche in den unmittelbar auf einander liegenden, aber der Zeit ihrer Entstehung nach weit von einander getrennten Formationen begraben liegen".

Mit zahlreichen, für die Richtigkeit der Abstammungstheorie sprechenden Thatsachen macht uns ferner die Keimes- oder Entwickelungsgeschichte (Ontogenie) der organischen Individuen bekannt. Der merkwürdige Parallelismus, welcher zwischen den individuellen, paläontologischen und systematischen Entwickelungsreihen (siehe S. 14) besteht, ist nur durch die Descendenztheorie erklärlich. Im

Lichte dieser Theorie deutet aber jedes Thier und jedes Gewächs in der Reihe von Formzuständen, die es vom Beginn seiner individuellen Existenz an durchläuft, in schneller Folge und in allgemeinen Umrissen die lange und langsam wechselnde Reihe von Formzuständen an, welche seine Ahnen seit den ältesten Zeiten durchlaufen haben. Haeckel, welcher in seiner „generellen Morphologie" ausführlich zu begründen versucht hat, daß die Entwickelungsgeschichte des Individuums (Ontogenie) in innigem ursächlichen Zusammenhange mit der Stammesgeschichte (Phylogenie) steht und diese Theorie in seiner „Anthropogenie" oder „Entwickelungsgeschichte des Menschen" am Menschen durchgeführt hat, stellte daher als das wichtigste allgemeine Gesetz der organischen Entwickelung sein biogenetisches Grundgesetz auf, nach welchem die Ontogenesis oder die Entwickelung des Individuums eine kurze und schnelle, durch die Gesetze der Vererbung und Anpassung (s. S. 25) bedingte Wiederholung oder Recapitulation der Phylogenesis oder der Entwickelung des zugehörigen Stammes ist, d. h. der Vorfahren, welche die Ahnenkette des betreffenden Individuums bilden. Aus diesem Gesichtspunkt ist die individuelle Entwickelungsgeschichte von ganz besonderem Werth für die Erkenntniß der frühesten paläontologischen Entwickelungszustände, weil uns gerade von den ältesten Entwickelungszuständen der Stämme (vermuthlich wegen ihrer weichen und zarten Körperbeschaffenheit) gar keine versteinerten Reste erhalten worden sind.

Nicht minder wichtige Zeugnisse für die Verwandtschaft der Organismen liefert die vergleichende Anatomie, die sich mit der Untersuchung und Vergleichung der ausgebildeten Formen beschäftigt, wie sie in den verschiedenen neben einander existirenden Reihen oder Gruppen von Organismen vorhanden sind. Der Grad von Formenverwandtschaft, welchen die vergleichende Anatomie nachweist, enthüllt den Grad der Blutsverwandtschaft. So läßt sich z. B. nachweisen, daß sich bei den Säugethieren die Skeletform der Hände oder Vorderpfoten beständig (durch Vererbung) erhält, trotzdem die äußere Form (durch Anpassung) außerordentlich verändert wird. Die Hand des Menschen, des Gorilla und des Orang, die Vorderpfote des Hundes, die Brustflosse des Seehundes und des Delphins, die Flügel der Fledermaus, die Grabschaufel des Maulwurfs und der Vorderfuß des tiefstehendsten Säugethieres, des Schnabelthieres, ist ganz aus denselben Knochen zusammengesetzt; nur die Größe und Form der Knochen ist geändert. Auch die Flügel der Vögel, die Vorderfüße der Reptilien und Amphibien bestehen im wesentlichen aus denselben Knochen. — In vielen Fällen klärt aber erst die individuelle Entwickelungsgeschichte die vergleichende Anatomie über die Bedeutung eines Organes auf. Während sich z. B. der Flügel des Vogels ohne Schwierigkeit auf die vorderen Gliedmaßen der Reptilien und Säugethiere zurückführen läßt, stimmt das ausgebildete

Vogelbein nicht mit dem Bein der übrigen Wirbelthiere überein, aber die Entwickelung des Vogels im Ei lehrt, daß die Anlage der Stücke und Glieder genau mit dem Reptilienfuß übereinstimmt und daß die abweichende Form beim ausgebildeten Vogelbein nur durch einige spätere Verwachsungen sonst getrennt bleibender Knochen bedingt ist. Aus dieser und vielen ähnlichen Thatsachen, mit denen uns die beiden Schöpfungsurkunden, die vergleichende Anatomie und die individuelle Entwickelungsgeschichte, bekannt machen, läßt sich auf die gemeinsame Abstammung der genannten Wirbelthiere schließen.

Zahlreiche Beobachtungen der vergleichenden Anatomie und der Entwickelungsgeschichte berechtigen die Abstammungslehre auf den Menschen anzuwenden. Der menschliche Leib, wie der jeden Thieres, deutet in seiner Ausbildung auf ein Herausarbeiten aus der einfachen zur hochentwickelten Form. Die Gesammtanlage des Körpers, die Entwickelung der einzelnen Organe hat der Mensch mit allen Säugethieren und in den frühesten Stadien der embryonalen Entwickelung mit allen Wirbelthieren gemein. Unter allen Thieren stehen die Affen dem Menschen am nächsten und der englische Anatom Huxley hat ausführlich nachgewiesen, „daß die anatomischen Verschiedenheiten, welche den Menschen vom Gorilla und Schimpanse scheiden, nicht so groß sind, als die, welche den Gorilla von den niedrigeren Affen trennen". Die menschenähnlichen Affen oder Anthropoiden (Gibbon, Schimpanse, Orang, Gorilla) stehen nicht nur in Bezug auf Hand und Fuß, sondern auch auf Gebiß und Gehirnbildung dem Menschen viel näher als den niedrigen Affen der neuen Welt, welche sechs Backzähne haben und deren Gehirn demjenigen der Halbaffen und Nagethiere ähnelt. Die Anthropoiden haben dagegen wie die übrigen Affen der alten Welt und der Mensch fünf Backzähne und jeder Theil des menschlichen Gehirns ist bei ihnen vorhanden, so daß es nach dem Ausspruche Broca's „des Auges eines geübten Anatomen bedarf, um nach Zeichnungen, welche auf dieselbe Größe reducirt sind, das Gehirn des Orang und Schimpanse von menschlichen Hirnen zu unterscheiden — besonders wenn man zu Vergleichsobjecten Hirne von Negern oder Hottentotten nimmt, die einfacher sind als die der Weißen". Deutet die vergleichende anatomische Betrachtung des Menschenkörpers mit Bestimmtheit auf einen gemeinschaftlichen Ursprung des Menschen und der menschenähnlichen Affen hin, so läßt sie aber nicht den Gedanken aufkommen, daß der Mensch unter den jetzt lebenden Affen seine unmittelbaren Ahnen hätte.

Der „Geist des Menschen" unterscheidet sich nicht der Qualität, sondern nur der Quantität nach vom Thiergeiste. Wenn behauptet wird, daß die Vernunft, die Fähigkeit des Selbstbewußtseins, der Abstraction u. s. w. dem Menschen eigenthümlich sind, so läßt sich darauf erwiedern, daß die Thiere allerdings diesen Grad der geistigen

Entwickelung nicht besitzen, aber auch der Mensch nicht auf niederen Entwickelungsstufen. Ueberhaupt muß man bei Vergleichung der menschlichen und thierischen geistigen Thätigkeit nicht den hochentwickelten Culturmenschen zum Maßstab nehmen, sondern jene tiefstehenden Menschenrassen, die zum Theil auch körperlich auf einer tieferen Stufe zurückgeblieben sind. „Entweder nehmen wir den Begriff der Vernunft im weiteren Sinne und dann kommt dieselbe den höheren Säugethieren (Affen, Hunden, Elephanten, Pferden) eben so gut wie den meisten Menschen zu; oder wir fassen den Begriff im engeren Sinne, und dann fehlt sie der Mehrzahl der Menschen eben so gut wie den meisten Thieren" (Haeckel). Daß eine langsame, stufenweise und allmähliche Entwickelung des Geisteslebens aus dem tiefsten Zustande thierischer Bewußtlosigkeit möglich ist, können wir täglich bei jedem Menschenkinde beobachten und die Entwickelungslehre muß annehmen, daß auch der Geist des ganzen Menschengeschlechts sich langsam und stufenweise entwickelt hat. — Für einen weiteren Hauptunterschied zwischen Mensch und Thier wird mit Recht die Fähigkeit der Sprache betrachtet. Die Sprache hat wohl vor Allem die tiefe Kluft geschaffen, die zwischen Thier und Mensch besteht und die höchstentwickelte menschliche Geistesthätigkeit ist hauptsächlich als das Resultat des fortgesetzten Gebrauchs einer höchstentwickelten Sprache zu betrachten. Auch die Thiere machen von der Sprache (als Geberden-, Berührungs- und Lautsprache) Gebrauch, um ihre Empfindungen, Bestrebungen und Gedanken auszudrücken. Aber die gegliederte oder articulirte Sprache, die Wort- oder Begriffssprache, welche die Laute durch Abstraction zu Worten umbildet und die Worte zu Sätzen verbindet, ist nur dem Menschen eigenthümlich. Es ist jedoch nicht die Fähigkeit der Articulation, welche den Menschen von den Thieren unterscheidet, denn die Papageien sprechen auch, es ist vielmehr die große Fähigkeit bestimmte Klänge mit bestimmten Ideen zu verbinden, und dies hängt offenbar von der Entwickelung der geistigen Fähigkeiten ab. Eine Anzahl der hervorragendsten Sprachforscher nimmt jetzt übereinstimmend an, daß alle menschlichen Sprachen sich langsam und allmählich aus einfachsten Anfängen entwickelt haben, und daß die Sprachen ihren Ursprung der Schallnachahmung und den durch Zeichen und Gesten unterstützten Modificationen verschiedener natürlicher Laute, der Stimmen anderer Thiere und der eignen instinctiven Ausrufe des Menschen verdankt*) und daß aus vernunftlosen

*) „Da es auf die Frage der Nachahmung ziemliches Licht wirft, verdient die bedeutende Neigung bei unseren nächsten Verwandten, den Affen, bei Mikrocephalen, Idioten und bei den barbarischen Menschenrassen, Alles was sie nur hören nachzuahmen, wohl eine Beachtung. Da die Affen sicher vieles von dem verstehen, was von Menschen zu ihnen gesprochen wird, und da sie im Urzustande Warnungsrufe bei Gefahren ihren Genossen zurufen, so erscheint es durchaus nicht unglaublich, daß irgend ein ungewöhnlich gescheidtes, affen-

menschlichen Wesen allmählich Menschen wurden, indem mit der Sprache, einem Werke von vielen Jahrtausenden, die Vernunft sich einfand. Der geniale Sprachforscher Lazarus Geiger sagt geradezu: „Die Sprache hat die Vernunft geschaffen; vor ihr war der Mensch vernunftlos.“ Die Sprachforschung hat aber diese Schlußfolgerungen, welche mit den Resultaten der Naturforschung vollständig übereinstimmen, wie besonders hervorgehoben zu werden verdient, unbeeinflußt von Darwin gefunden: bereits 1851, also acht Jahre vor dem Erscheinen des Darwin'schen Werkes, schrieb Steinthal: „Indem Sprache wird, entsteht Geist“.

Die in Europa aufgefundenen fossilen Menschenreste belehren uns, daß der Mensch bereits ein Zeitgenosse des Mammuths, des Höhlenbären, des Nashorns war, kurz, während der Diluvialperiode in Europa gelebt hat. Manche behaupten zwar, daß der europäische Mensch bereits während der Tertiärzeit existirt habe, aber die Existenz des tertiären Menschen ist, wenn sie auch im Bereiche der Möglichkeit liegt, keineswegs mit Sicherheit erwiesen. Die geologischen Dokumente, welche uns von diesem diluvialen Menschen berichten, bestehen aus menschlichen Knochen (besonders Schädel und Unterkiefer), hauptsächlich aber aus Werkzeugen, Geräthen, Speiseresten oder sonstigen dauerhaften Spuren seiner Anwesenheit oder Thätigkeit. Unsere Kenntniß von der physischen Beschaffenheit des diluvialen Menschen ist noch ziemlich lückenhaft. Er scheint mit den Raubthieren (Höhlenbär und Höhlenhyäne) um den Besitz der Höhlen gekämpft zu haben, denn man findet oft seine rohen Steinwerkzeuge und Theile seines Skelets mit den Knochen der wilden Thiere gemischt. War auch sein Culturzustand ein tiefer, so zeigen doch die aufgefundenen Schädel bereits eine ziemlich hohe Entwickelung und gehören unbedingt bereits der Periode an, wo der Mensch sich mittelst der Sprache aus dem Urzustande herauszuarbeiten begann. Der vorgeschichtliche Mensch in Europa war, wie Hochstetter sagt, „von Körper ein Mensch wie wir — nur vorschnelle Beurtheilung einzelner Funde konnte zu andern Schlüssen führen — von Geist und Gemüth war er ein Kind und ein Wilder von Gesittung; das beweisen uns seine Werkzeuge, seine Waffen und sein Schmuck. Andere Thiere umgaben ihn und andere Pflanzen, und wahrscheinlich hatte die Erde selbst eine andere Gestalt, ein anderes Klima. Langsam ist er aufgestiegen von Stufe zu Stufe, von der Wildheit zur Barbarei, von der Barbarei zur Civilisation“. Allerdings hat man einige Schädel gefunden, welche einen sehr niedrigen Typus zeigen, und in denen man Reste einer sehr tiefstehenden, affenähnlichen Menschenrasse der Diluvialzeit erkennen

ähnliches Thier darauf gefallen sein könne, das Heulen eines Raubthieres nachzuahmen, um dadurch seinen Mitaffen die Natur der zu erwartenden Gefahr anzudeuten; und dies würde ein erster Schritt zur Bildung einer Sprache gewesen sein“ (Darwin.

wollte. Neuerlichst will man aber die befremdlichen Formen dieser Schädel auf krankhafte Mißbildung zurückführen. Hierher gehört vor Allem das Fragment des berühmten Neanderthalschädels, welcher nach Huxley und Schaaffhausen einen affenartigen Charakter besitzt, der aber nach Virchow auf einer krankhaften Veränderung beruht. Der fossile Urmensch ist noch nicht gefunden und es ist sehr fraglich, ob er in Europa überhaupt zu finden ist. Die früheste Urgeschichte des Menschen dürfte ihren Schauplatz nicht in Europa, sondern in Asien oder auf dem versunkenen Festlande gehabt haben, welches einst Südafrika mit Südasien verband. Wahrscheinlich hatte der Mensch bereits einen Theil seiner Entwickelung aus dem Urzustande hinter sich, als er in Europa einwanderte.

Die Entwickelung des Menschen aus dem sprachlosen menschenähnlichen Wesen der Vorzeit zu seiner jetzigen Vollkommenheit (besonders des Gehirns) muß so allmählich vor sich gegangen sein, daß man gar nicht mit Bestimmtheit anzugeben vermag, wann eigentlich der Mensch nicht mehr Thier (Affe) war und als Mensch bezeichnet werden konnte. — Er wird sein menschliches Leben begonnen haben, nachdem er sich durch seinen aufrechten Gang und die aus der thierischen Lautsprache zur gegliederten, aber noch sehr beschränkten Wortsprache übergegangenen Menschensprache von den großen schwanzlosen Schmalnasen-Affen abgetrennt hatte, als ein roher, kaum über die Stufe der Thierheit sich erhebender fast stummer Wilder mit affenähnlichem Schädel und kleiner Statur, nackt oder nur nothdürftig mit Thierhäuten oder Baumrinden bekleidet, in Höhlen und Felsklüften lebend, fortwährend im Kampfe mit der ihn umgebenden übermächtigen Natur und mit großen (vorweltlichen) Thieren, nur mit rohen Steinkeulen (Steinhämmern, Steinäxten und Kieselknollen) die Thiere (meistens Pflanzenfresser) tödtend, deren Knochenmark und Gehirn er sich durch Zerschlagen der Knochen und des Schädels zur Nahrung wählte. Erst später, nach der *ältesten Steinzeit* oder dem *Stadium der Barbarei*, schabte er das Fleisch der Thiere mit Kiesel- (Feuerstein-) Messern von den Knochen ab, lernte Feuer machen und baute Herde, verfertigte Werkzeuge von feinerer Arbeit und mit Politur. Ganz allmählich trat er mit Vergrößerung seines Schädels und Gehirns in das *Stadium der Jäger*, dann der *Hirten* und *Ackerbauer* und bediente sich statt der Steininstrumente der Werkzeuge von Bronze (aus Kupfer und Zinn) und sehr spät erst solcher von Eisen; auch kupferne und Töpferwaaren hatte er schon früher im Gebrauch. Man nimmt darnach eine *Stein-*, *Bronze-* und *Eisenzeit* der menschlichen Culturentwickelung an. — Hinsichtlich seiner Wohnungen cultivirte sich der Mensch ebenfalls insofern, als er aus Höhlen in selbstgebaute Wohnungen zog, unter denen die *Pfahlbauten* und *Seewohnungen* (in der Schweiz besonders aufgefunden), die halb im Wasser standen, berühmt geworden sind.

Wie nun die Umänderung der verschiedenen Thiere und Pflanzen, welche bis jetzt auf unserer Erde lebten, nach und nach zu Stande kam, ist hauptsächlich durch Darwin aufgeklärt worden. Vorzugsweise ist es der durch Uebung, Gewohnheit, Bedürfniß, Lebensweise ꝛc. bedingte Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe, sowie überhaupt die Verschiedenheit in den Lebensbedingungen und die Einwirkung äußerer Lebensumstände, welche verändernd auf die Organisation, die allgemeine Form und die verschiedenen Theile der Organismen einwirkten. Jeder Organismus nimmt in Folge von Einwirkungen der umgebenden Außenwelt (von Nahrung, Wasser, Licht, Atmosphäre, Temperatur, Klima, Wohnort, umgebende pflanzliche und thierische Organismen) gewisse neue Eigenthümlichkeiten in seiner Lebensthätigkeit, Mischung und Form an, welche er nicht von seinen Eltern geerbt hat, die er aber auf seine Nachkommen vererben kann. Durch diese *Anpassung* an die eben vorhandenen Verhältnisse und verschiedenen Lebensbedingungen, sowie durch die *Vererbung* der dadurch veranlaßten Veränderungen werden alle organischen Individuen im Laufe ihres Lebens einander mehr oder weniger ungleich, obwohl die Individuen ein und derselben Art sich meistens ähnlich bleiben. Die allmähliche Anpassung des Individuums an seine Umgebung kann auf doppelte Weise vor sich gehen: theils durch Selbstthätigkeit desselben (Gewohnheiten), so daß es sich selbst darnach verändert, theils willenlos durch die Einwirkung der äußeren Umstände, also gezwungen. — Durch das Wandern der Thiere und Pflanzen, welches in Folge verschiedenartiger Naturereignisse veranlaßt wird, ändern sich für die Ausgewanderten die äußeren Umstände in der Regel sehr bedeutend und die dadurch bedingte Anpassung wirkt verändernd auf die Formen derselben ein.

Ganz besonders großen Einfluß auf die Umänderung der Organismen hat nun aber der *Kampf um das Dasein* oder die *Mitbewerbung um die nothwendigen Existenzbedürfnisse*. Jeder Organismus kämpft nämlich von Anbeginn seiner Existenz mit einer Anzahl von feindlichen Einflüssen, kämpft mit Thieren, welche von diesem Organismus leben, mit anorganischen Einflüssen der verschiedensten Art (Temperatur, Witterung) und ganz besonders mit den ihm ähnlichsten und gleichartigen Organismen wegen der Mittel zum Lebensunterhalt. Die Erfahrung lehrt nun, daß *alle* pflanzlichen und thierischen Individuen weit mehr Nachkommen erzeugen, als Nahrung für dieselben vorhanden ist. Nur die durch ihre Organisation und die umgebenden Verhältnisse bevorzugten Individuen werden aber beim Kampfe um die Existenz über die anderen den Sieg erlangen, und während die letzteren früher zu Grunde gehen ohne Nachkommen zu hinterlassen, werden die ersteren jene überleben und zur Fortpflanzung gelangen. Die von diesen erzeugte Generation wird durch Vererbung nun derjenigen individuellen Vortheile theilhaftig, durch welche ihre Eltern den Sieg über ihre Neben-

buhler davontrugen. Welchen Einfluß und welche Ausdehnung in seiner Wirkung der Kampf um das Dasein ausüben kann, hat Darwin an folgendem Beispiel gezeigt: zur Befruchtung und Vermehrung der rothen Kleeart, welche in England eines der vorzüglichsten Futterkräuter für das Rindvieh bildet, und der Stiefmütterchen sind die Hummeln fast unentbehrlich; die Zahl derselben hängt hauptsächlich von der Zahl der Feldmäuse ab, welche deren Waben und Nester zerstören; nun hängt aber die Zahl der Mäuse von der Zahl der Katzen ab, so daß schließlich also die Katze auch den rothen Klee und das Stiefmütterchen influirt. — Ebenso wie der Kampf um das Dasein wirkt aber auch der Kampf um die Ehe oder die geschlechtliche Zuchtwahl bei den Thieren vervollkommnend auf die Formen derselben ein und zwar insofern, als diejenigen Männchen, welche die kräftigeren sind und muthiger um das Weibchen kämpfen können oder die ihrer Farben, ihres Schmuckes und Gesanges ꝛc. wegen vom Weibchen bevorzugt werden, durch Fortpflanzung ihre Vorzüge (Farben, Schmuckanhänge) auf ihre Nachkommen vererben. Aehnlich verhält es sich beim Menschen. Die den Mann und das Weib auszeichnenden Vorzüge verdanken ihren Ursprung gewiß größtentheils der Auslese des anderen Geschlechts. Im Alterthum und Mittelalter spielte die Stärke und der Muth des Mannes eine große Rolle bei der Brautwahl. Die veredeltste Form der Geschlechtswahl beim Menschen ist die psychische Auslese, bei welcher die geistigen Vorzüge des einen Geschlechts bestimmend auf die Wahl des anderen wirken.

Bei der Vererbung wird nun aber die günstigere Organisation nicht von Generation zu Generation einfach in der ursprünglichen Weise übertragen, sondern sie wird fortwährend gehäuft und gestärkt, und gelangt schließlich in einer letzten Generation zu einer Stärke, welche diese Generation sehr wesentlich von der ursprünglichen Stammform unterscheidet. Vererbt können werden: ebensowohl schon von den Vorfahren abstammende, also ererbte Eigenthümlichkeiten, wie auch erworbene; erstere Vererbung kann man die erhaltende, letztere die fortschreitende nennen; beide Vererbungen dienen der Vervollkommnung der Organismen. — So hat z. B. der Mensch mit fortschreitender Cultur auch ein durch seine vermehrte und verbesserte geistige Arbeit immer größer gewordenes Gehirn auf seine Nachkommen vererbt und dadurch ist sein anfangs kleiner affenähnlicher Schädel immer mehr dem des heute lebenden Menschen ähnlich geworden.

Welchen großen Einfluß veränderte Lebensbedingungen und veränderte Zustände der Außenwelt auf die Gestaltung der Organismen haben können, zeigt sich recht deutlich bei unserer heutigen Züchtung der Thiere (durch Auswahl geeigneter Individuen für die Nachzucht) und bei der Pflanzencultur. Wie aber bei dieser berechneten künstlichen Züchtung, so findet auch in ganz gleicher Weise in der Natur unbe-

rechnete Züchtung, d. i. die natürliche Züchtung statt, und durch diese kam nach Darwin hauptsächlich die so auffallende Veränderung in den pflanzlichen und thierischen Organismen zu Stande. — Bei der künstlichen Züchtung ist es, vermöge der absichtlichen, planmäßigen Auswahl und Anwendung von bekannten, auf die Formveränderung Einfluß äußernden Bedingungen sehr leicht möglich, innerhalb kurzer Zeit eine ganz neue und von der ursprünglichen Stammform bedeutend abweichende Thier- und Pflanzenform willkürlich zu schaffen. Schon nach Verlauf von wenigen Generationen lassen sich auf diese Weise neue Formen erhalten, welche von der Stammform in viel höherem Grade abweichen, als die wilden Thier- und Pflanzenarten unter sich. Dagegen bedarf es bei der natürlichen Züchtung, die unbewußt und unberechnet vor sich geht und von nur zufälligen Einflüssen abhängig ist, großer Zeiträume, um bedeutendere Veränderungen im Thier- und Pflanzenreiche hervorzubringen. Hierbei ist der Kampf um's Dasein, sowie der Kampf um die Ehe oder die sogen. „geschlechtliche Züchtung", von der allergrößten Bedeutung. Auch ist die Bildung von Bastarden (Abkömmlingen zweier verschiedener Arten), sowie die Fortpflanzung von Spielarten (durch irgend eine Eigenthümlichkeit sich von ihren Erzeugern auszeichnende Individuen) als Ursache für die Entstehung neuer Formen anzusehen. — Alle unsere jetzigen Hausthiere und alle Gartenpflanzen stammen ursprünglich von wilden Arten ab, welche erst durch eigenthümliche Lebensbedingungen, unter denen sie leben mußten, umgebildet und cultivirt wurden. Von Culturpflanzen ist die wilde Mutterpflanze oft gar nicht mehr bekannt. Auch bei der Bildung der Menschenrassen bediente sich die Natur derselben Mittel, wie der Landwirth bei der Züchtung von Hausthierrassen, und es wird der Mensch sicherlich im Kampfe um's Dasein, welcher sich bei der rapiden Vermehrung der Menschen immer mehr steigert, in Folge der natürlichen Züchtung nach und nach in eine größere Anzahl verschiedener und zwar edlerer Rassen zerfallen, während die wilden Menschenstämme unter dem Drucke der weißen Einwanderung aus Europa immer mehr untergehen. — Das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustande der Domestication (der Hausthiere und Culturpflanzen) ist sonach von der größten Bedeutung für die Erklärung der Veränderungen, welchen Pflanzen und Thiere auf unserm Erdball nach und nach unterworfen waren. — Die von Darwin aufgestellte und von Haeckel weiter ausgebaute Theorie, welche uns mit den natürlichen Ursachen der organischen Entwickelung, den wirkenden Ursachen der organischen Formbildung, den Veränderungen und Umformungen der Thier- und Pflanzenarten bekannt macht, wird die „Darwin'sche Theorie, Selectionstheorie, Züchtungslehre, Theorie der natürlichen Züchtung oder der Darwinismus" genannt. Dagegen hat man der Theorie, welche vor Darwin schon von Lamarck (1809) aufgestellt wurde, nach welcher

alle Organismen, welche jemals auf der Erde gelebt haben und noch jetzt leben, von einer einzigen oder von wenigen höchst einfachen Stammformen abstammen und sich aus diesen auf dem natürlichen Wege allmählicher Umbildung innerhalb ungeheurer geologischer Zeiträume entwickelten, die Namen der „Descendenztheorie oder Abstammungslehre, Transmutationstheorie oder Umbildungslehre" gegeben. Durch die Abstammungslehre wissen wir, daß auf der Erde eine fortschreitende Umbildung der organischen Gestalten stattfand, durch Darwin's Züchtungslehre, warum und wie eine solche zu Stande kam, welchen mechanisch-wirkenden Ursachen die ununterbrochene Neubildung und immer größere Mannigfaltigkeit der Thiere, Pflanzen und Menschen bedingen.

Aehnliche Gedanken wie Lamarck äußerten Etienne Geofroy Saint Hilaire, die deutschen Naturphilosophen Oken und Treviranus, sowie Charles Darwin's Großvater, Erasmus Darwin. Auch Diderot streifte hart an die Lamarck'sche Hypothese. Unter den Deutschen haben ferner Kant, Goethe und Herder, unabhängig von Lamarck, den Gedanken der Entwickelung und der Einheit im All erfaßt. — Aehnliche Vorstellungen über die Züchtungstheorie äußerte gleichzeitig mit Darwin sein Landsmann Wallace, und Huxley wandte zuerst Darwin's Lehre auf den Menschen an, was Darwin bekanntlich in seiner „Entstehung der Arten" unterlassen hatte und erst in seiner „Abstammung des Menschen" nachholte.

Die Stamm- oder Urformen, aus welchen Darwin die organische Welt sich entwickeln läßt, müssen zu irgend einer Zeit auf unserer Erde durch Selbst- oder Urzeugung aus unorganischer Materie entstanden sein. Als Urorganismus ist das Protoplasma (s. S. 9) zu betrachten und die noch heute lebenden Moneren führen uns solche einfache, nur aus Protoplasma bestehende Organismen vor Augen. „Man bricht mit der gesammten Erkenntnißtheorie, wenn man den Anfang des Lebens inmitten einer sonst unterbrochenen Entwickelung als einen willkürlichen Schöpfungsact setzen will" (Oscar Schmidt).

NB. Wer sich mit diesen Lehren näher bekannt machen will — und jeder Gebildete muß sich für sie interessiren — dem können folgende ausgezeichnete und leicht verständliche Schriften empfohlen werden: Darwin, die Entstehung der Arten und die Abstammung des Menschen; — Haeckel, natürliche Schöpfungsgeschichte 7. Auflage; — Haeckel, Anthropogenie 3. Auflage; — Huxley, die Stellung des Menschen in der Natur; — Rolle, der Mensch, seine Abstammung und Gesittung im Lichte der Darwin'schen Lehre; — Schleicher, die Darwin'sche Theorie und die Sprachwissenschaft 3. Auflage; — Büchner, sechs Vorlesungen über Darwin's Theorie und die Stellung des Menschen in der Natur 3. Auflage; — Lyell, das Alter des Menschengeschlechtes 2. Auflage; — Descendenzlehre und Darwinismus von Oscar Schmidt 2. Auflage.

# Materie oder Stoff.

Allgemeine Grundeigenschaften der Materie; — Zusammensetzung der Materie aus Atomen; verschiedene Arten der Atome, chemische Elemente; — Molecüle und Partikelchen; — Molecularkräfte; — Aggregatzustände der Materie.

Der Stoff oder die Materie, das Material, aus welchem unser Planet und Alles, was auf ihm existirt, besteht, besitzt zuvörderst gewisse allgemeine Grundeigenschaften, die ganz übereinstimmend allen Naturkörpern, den belebten wie unbelebten, zukommen. Diese allgemeinen Grundeigenschaften sämmtlicher Naturkörper, mit welchen uns die Physik näher bekannt macht, sind: Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Theilbarkeit, Ausdehnbarkeit, Zusammendrückbarkeit, Elasticität, Porosität, Trägheit, Massenanziehung (Schwere) u. s. w.

Alle Körper bestehen aus einer Vereinigung unzähliger kleinster, nicht weiter theilbarer Theilchen. Es ist bekannt, daß jeder Körper in kleine Theilchen oder Partikelchen zertheilt werden kann, die man in Gedanken noch weiter zertheilen kann. Diese Theilbarkeit muß aber eine Grenze haben, denn sonst müßten die letzten Theilchen gleich Null sein. Es kann daher die innere Getheiltheit des Stoffes nicht bis in das Unendliche gehen, es muß kleinste, nicht weiter theilbare Stofftheilchen geben. Diese kleinsten, nicht weiter zerlegbaren Theilchen der Materie werden von den Naturforschern Atome genannt. Sie ziehen sich gegenseitig durch Anziehungs- (Attractions-) Kraft oder Cohäsion an und sind (nach der gegenwärtig fast allgemein angenommenen atomistischen Theorie) in allen, auch in den festesten Körpern so neben einander gelagert, daß sie unmeßbar kleine Lücken zwischen sich übrig lassen, welche mit dem unsichtbaren, im ganzen Weltall verbreiteten Aether*) erfüllt sind, so daß also jedes Atom von einer Aetherhülle umgeben ist. Auch der Aether besteht, wie die Materie, aus kleinsten Theilchen (Atomen), welche von den Körperatomen angezogen werden, sich selbst aber unter einander durch ihre Abstoßungs- oder Repulsionskraft abstoßen. In Folge der Wechselwirkung zwischen Abstoßungs- und Anziehungskraft sind die Atome der Körper, sowie die Aetheratome in unaufhörlicher, unendlich feiner, für unsere Sinne unsichtbarer Bewegung.

Es giebt gegen 67 verschiedene Arten von Körperatomen. Bei der chemischen Zerlegung der Materie ist die Wissenschaft (Chemie) überall auf eine Anzahl von Stoffen getroffen, die zur

*) Der Aether ist ein hypothetischer, höchst feiner und elastischer Stoff, welcher unsichtbar und unmerkbar durch alle Körper und den ganzen Weltraum verbreitet ist. Auf seinen Schwingungen beruhen nach den Lehren der neueren Physik die Erscheinungen des Lichts und der Wärme.

Zeit chemisch nicht weiter zerlegt werden können. Man nimmt nun an, daß die verschiedenen Eigenschaften dieser *Urstoffe* oder *chemischen Elemente* durch eine Verschiedenheit der Atome bedingt sind, aus welchen diese Grundstoffe bestehen und es giebt also nach dieser Hypothese ebenso viele verschiedene Atom-Arten wie chemische Elemente. Enthält ein Körper ganz gleiche Atome, so ist derselbe ein chemisches Element (einfacher Körper); enthält er dagegen verschiedene Arten von Atomen, so ist er zusammengesetzt, also chemisch in seine Elemente zerlegbar. — Gesetzmäßig aufgebaute Gruppen von Atomen werden *Molecüle* genannt und es muß demnach ein Molecül wenigstens aus zwei Atomen bestehen (z. B. ein Molecül Wasserstoff besteht aus zwei Atomen Wasserstoff). Sonach versteht man unter Molecül die kleinste Menge eines Körpers, die für sich im freien Zustand existiren kann, während ein Atom für sich nicht bestehen und die kleinste Menge eines Stoffs ist, die in Verbindungen vorkommen kann. Die Atome treten, sobald sie aus einer Verbindung ausgeschieden werden, in Folge gegenseitiger Anziehung zu Molecülen zusammen. Sind keine verschiedenartigen Atome vorhanden, die zu Molecülen von Verbindungen zusammentreten können, so verbinden sich die gleichartigen Atome zu Elementen-Molecülen. Sind mehrere Molecüle fester mit einander, als mit anderen verbunden, so nennt man die Verbindung ein *Körpertheilchen* oder *Partikelchen*. Die kleinsten künstlich (durch mechanische Theilung) zu erhaltenden Theilchen sind höchstens Partikelchen, nie Molecüle oder Atome.

Die Kräfte, welche zwischen den Atomen der Körper thätig sind, nennt man *Molecularkräfte*. Auf der ununterbrochenen Thätigkeit dieser Kräfte und auf der chemischen Verschiedenheit der Atome beruhen die zahlreichen Unterschiede der Naturkörper. Die *Molecularbewegungen* (*Molecularanziehung* und die *Molecularabstoßung*) bilden also, in Verbindung mit der (chemischen) Stoffeigenthümlichkeit der Körper, die Ursache von der Art, wie die Theilchen zusammen ein Ganzes bilden, oder die Ursache des Aggregatzustandes der Körper.

Unter *Aggregatzuständen* der Naturkörper versteht man die Formen, in welchen die Körper je nach der Stärke des Zusammenhangs ihrer Atome auftreten. Die Unterschiede der Aggregatzustände beruhen lediglich auf der Verschiedenheit der Molecularbewegungen, von deren Stärke und Richtung der Grad der Entfernung zwischen den einzelnen Atomen und Molecülen abhängig ist. Sind beide Kräfte (die Molecularanziehung und die Molecularabstoßung) im Gleichgewicht, so sind die Körper fest und starr; wird die Abstoßung vorherrschend, so erscheinen die Körper tropfbarflüssig, wie das Wasser, und bei noch größerer Aufhebung der Anziehung gasförmig, wie die Luft. Man unterscheidet daher im Allgemeinen drei Aggregatzustände, den *festen*,

den flüssigen oder tropfbaren (tropfbar-flüssigen) und den gas- oder luftförmigen (elastisch-flüssigen). Diese drei Aggregatzustände kommen sowohl in den lebenden, wie in den unbelebten, organischen wie unorganischen Naturkörpern vor; ein vierter Aggregatzustand, der fest-flüssige oder gequollene, kommt dagegen nur in den lebenden Naturkörpern, in Pflanze, Thier und Mensch vor. Dieser Aggregat zustand, welcher dadurch zu Stande kommt, daß Flüssigkeit zwischen die Molecüle eines festen Körpers, in die sogen. Intermolecularräume, eindringt, ist eine Mittelbildung zwischen dem festen und flüssigen Zustand. Die fest-flüssigen oder gequollenen Stoffe vereinigen denn auch Eigenschaften des festen und des flüssigen Aggregatzustandes in sich (Festigkeit mit einem bedeutenden Grad von Formveränderlichkeit, Härte mit einem eigenthümlichen Grad von Weichheit) und es leuchtet ein, daß die Thätigkeit der gequollenen Materie eine höhere und complicirtere sein kann, wie jener Materie, die sich in den einfacheren Aggregatzuständen befindet.

# Chemisches Baumaterial.

Chemische Elemente; — zusammengesetzte Körper (unorganische und organische); — stickstofffreie und stickstoffhaltige organische Pflanzen- und Thierstoffe; organische Farbstoffe. Zersetzung organischer Körper; — Kreislauf des Stoffes.

## Chemische Elemente, Grundstoffe, Urbestandtheile.

Zerlegt man chemisch das Material, welches unsere Erde und Alles, was auf ihr besteht, zusammensetzt, so stößt man endlich auf Stoffe, welche zur Zeit nicht weiter in andere Stoffe zerlegt, noch auch aus anderen Stoffen zusammengesetzt werden können, durch deren verschiedenartige Vereinigung vielmehr die außerordentliche Mannigfaltigkeit der Körperwelt herbeigeführt wird. Diese Stoffe heißen Urstoffe, (chemische) Elemente, Grundstoffe oder einfache Stoffe; zur Zeit sind 67 bekannt. Indessen nur eine geringe Zahl derselben sehen wir als Hauptfiguren auf der Bühne des allgemeinen Stoffwechsels fast ununterbrochen thätig. Blos etwa 15 dieser Stoffe finden sich in der Menschen- und Thierwelt wieder, während gegen 18 in der Pflanzenwelt anzutreffen sind. Im Pflanzen-, Thier- und Menschenkörper findet sich aber kein Grundstoff, welcher nicht auch außerhalb desselben in der unorganischen, leblosen oder todten Natur vorkäme. Es giebt keine besonderen organischen Elemente. Wollen wir einige

Einsicht in die Natur erlangen, so darf uns die Kenntniß dieser Urstoffe und ihrer Verbindungen nicht fehlen.

Kein Grundstoff läßt sich in einen andern verwandeln, und ein jeder besitzt ihm eigenthümliche Eigenschaften (Kräfte). Von mehreren Elementen (z. B. Sauerstoff, Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor ꝛc.) ist bekannt, daß sie in verschiedenen Zuständen vorkommen, welche bezüglich ihrer Eigenschaften (Gestalt, Farbe, Härte, Dichte ꝛc.) große Verschiedenheiten zeigen. Man sucht den Grund derselben darin, daß die Atome (s. S. 28) eines Elements unter bestimmten Einwirkungen ihre gegenseitige Lage verändern und bezeichnet diese Zustände als *allotropische* oder *Modificationen*. Die Elemente verbinden sich unter einander auf die verschiedenste Weise zu neuen, mit ganz neuen Eigenschaften begabten Körpern, zu sogenannten *chemischen Verbindungen*, deren einzelne Stoffe nicht aufhören in der Verbindung zu existiren und *chemische Bestandtheile* genannt werden.

Die Elemente können sich aber nur in ganz bestimmten, unabänderlichen Gewichtsverhältnissen verbinden. Ein Atom eines Elementes verbindet sich mit einem, zwei, drei oder mehreren Atomen eines anderen Grundstoffs. Zwei Atome können sich mit drei oder fünf oder sieben Atomen eines Elementes verbinden. Verbindungen aus zwei Elementen heißen *binäre*; die aus drei, *ternäre*; die aus vier, *quaternäre*; aus fünf, *quinternäre*; aus sechs, *sexternäre* u. s. w. Die aus mehr als fünf Elementen bestehenden Verbindungen sind selten. Die Gewichtsmengen, in welchen sich die Elemente mit einander verbinden, stehen in einem bestimmten unabänderlichen Zahlenverhältniß zu einander. Das Kochsalz besteht z. B. aus 23 Gewichtstheilen Natrium und 35 Gewichtstheilen Chlor. Die Zahlen 23 für Natrium und 35 für Chlor geben diejenigen Gewichtsmengen an, in welchen sich diese beiden Körper mit allen anderen Elementen verbinden können. Diese Zahlen nennt man die *Atomgewichte* der Elemente. Um die Gewichtsmengen der verschiedenen Elemente mit einander vergleichbar zu machen, mußte man das Verbindungsgewicht eines bestimmten Elementes als Einheit setzen und zeigen, wie viel Gewichtstheile von jedem andern Element mit der Einheit sich verbinden. Da der Wasserstoff das kleinste Atomgewicht hat, so hat man sein Verbindungsgewicht als Einheit angenommen; sein Atomgewicht ist daher = 1.

Zur kurzen Bezeichnung der verschiedenen chemischen Elemente bedient man sich der Anfangsbuchstaben ihrer lateinischen Namen und unterscheidet Elemente mit gleichen Anfangsbuchstaben durch Zusatz eines weiteren Buchstabens. So bedeutet O soviel als Sauerstoff, N soviel als Stickstoff, Na soviel als Natrium. Das chemische Zeichen für ein Element bedeutet aber in der Chemie nicht blos den Namen eines Elementes, sondern auch zugleich *ein Atom* desselben. H bedeutet demnach 1 Atom oder 1 Gewichtstheil Wasserstoff; C bedeutet 1 Atom

oder 12 Gewichtstheile Kohlenstoff u. s. f. Mehrere Atome eines Elementes werden durch Anhängen einer kleinen Zahl an das chemische Zeichen bezeichnet. $C_2$ bedeutet demnach 2 Atome Kohlenstoff; $N_3$ bedeutet 3 Atome Stickstoff. Auf diese Weise lassen sich chemische Verbindungen in einer Formel kurz ausdrücken. $O_2$ bedeutet 2 Atome oder 1 Molecül Sauerstoff; $H_2O$ ein Molecül (2 Atome) Wasser; $P_3$ drei Atome Phosphor. Die vor eine chemische Formel gesetzte Zahl multiplicirt jeden Theil derselben. $3HCl$ bedeutet 3 Molecüle Chlorwasserstoff, d. i. die Verbindung von 3 Atomen Wasserstoff mit 3 Atomen Chlor; $2NH_3$ bedeutet 2 Atome Stickstoff, verbunden mit 6 Atomen Wasserstoff.

Manche Elemente vereinigen sich sehr leicht, wo immer sie auch zusammentreffen mögen, andere nur bei einer gewissen Temperatur oder unter dem Einflusse des Lichts, wieder andere üben eine so geringe Anziehung auf einander aus, daß ihre Vereinigung nur auf künstliche, oft sehr schwierige Weise herbeigeführt werden kann. Im ersten Falle sagt man: die Elemente haben sehr viel (chemische) Verwandtschaft oder Affinität zu einander, im letzteren eine sehr geringe. Unter allen Elementen hat ein luftförmiges, der Sauerstoff, die meiste Verwandtschaft zu den übrigen Grundstoffen, und deshalb trifft man diesen Stoff auch am häufigsten in Verbindung mit anderen an. Nach dem Sauerstoff gehen auch Wasserstoff und Kohlenstoff sehr gern Verbindungen ein, sowie auch viele von den Metallen eine Menge der gebräuchlichsten Stoffe zusammensetzen helfen. Im Allgemeinen läßt sich sagen, daß chemische Vereinigungen am leichtesten zwischen solchen Körpern stattfinden, welche in ihren Eigenschaften am weitesten von einander abweichen. — Geschieht die Vereinigung von Stoffen in der Weise, daß man dieselben trocken durch Zusammenreiben mengt, oder einen in Wasser löslichen Stoff mit Wasser vereinigt (z. B. Zucker in Wasser löst), so findet keine chemische Vereinigung statt und die Eigenschaften beider Körper sind dieselben geblieben. Eine derartige Verbindung nennt man zum Unterschiede von der chemischen Verbindung ein Gemenge oder Gemisch. — Man trennt die Elemente in Nichtmetalle und Metalle. Es sind:

I. **Nichtmetalle** (Metalloide): Sauerstoff, Oxygenium (O.); — Wasserstoff, Hydrogenium (H.); — Stickstoff, Nitrogenium (N.); — Kohlenstoff, Carbonium (C.); — Chlor (Cl.); — Jod (J.); — Brom (Br.); — Fluor (Fl.); — Schwefel (S.); — Selen (Se.); — Tellur (Te.); — Phosphor (P.); — Arsen (As.); — Kiesel, Silicium (Si.); — Bor (B.).

II. **Metalle.** A. Leichte Metalle. a) Alkalimetalle: Natrium (Na.); Kalium (K.); Rubidium (Rb.); Cäsium (Cs.); Lithium (Li.); b) Erdalkalimetalle oder alkalische Erden: Barium (Ba.); Strontium (Sr.); Calcium (Ca.); c) Metalle der eigentlichen Erden: Magnesium (Mg.); Aluminium (Al.); Beryllium (Be.); Yttrium (Y.); Erbium (E.); Thorium (Th.); Zirkonium (Zr.); Lanthan (La.); Cerium (Ce.); Didym (Di.).

B. Schwere Metalle. a) Unedle Metalle: Eisen, Ferrum (Fe.); Mangan (Mn.); Chrom (Cr.); Kobalt (Co.); Nickel (Ni.); Zink (Zn.); Kadmium (Cd.); Indium (Jd.); Kupfer, Cuprum (Cu.); Blei, Plumbum (Pb.); Thallium (Tl.); Zinn, Stannum (Sn.); Titan (Ti.); Wismuth, Bismuthum (Bi.); Antimon, Stibium (Sb.); Uran (U.); Wolfram (W.); Molybdän (Mo.); Niobium (Nb.); Tantal (Ta.); Vanadin (V.); b) edle Metalle: Quecksilber, Hydrargyrum (Hg.); Silber, Argentum (Ag.); Rhodium (Rh.); Osmium (Os.); Iridium (Ir.); Ruthenium (Ru.); Palladium (Pd.); Platin (Pt.); Gold, Aurum (Au.).

Im Pflanzen-, Thier- und Menschenkörper finden sich folgende 15 Elemente: Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff, Chlor, Schwefel, Phosphor, Fluor, Calcium, Natrium, Kalium, Magnesium, Silicium, Eisen und Mangan. In der Pflanzenwelt kommen außer diesen Grundstoffen noch vor: Aluminium, mitunter (in Seestrandpflanzen und Tangen) auch Jod und Brom. In dem Blute einiger niederer Thiere findet sich Kupfer.

1) **Sauerstoff, Sauerstoffgas, Oxygen** (d. i. Säureerzeuger); Atomgewicht O = 16. Der Sauerstoff ist ein farbloses (unsichtbares), geschmack- und geruchloses Gas, welches etwa ein Zehntel schwerer als Luft und 16mal schwerer als Wasserstoff ist und bei einer Kälte von 140° C. und einem Druck von 525 Atmosphären in eine Flüssigkeit übergeht; er bildet nicht blos einen Hauptbestandtheil der atmosphärischen Luft und des Wassers, sondern wird auch wegen seiner großen Verwandtschaft zu allen übrigen Elementen (Fluor ausgenommen) in so vielen anderen Körpern angetroffen, daß er über ein Drittel des zum Aufbaue unserer Erde dienenden Materials ausmacht Wo immer Etwas entsteht oder scheinbar untergeht, fast immer hat der Sauerstoff seine Hand im Spiele. Verbrennungen und Verwitterung sind Wirkungen des Sauerstoffs; auch bei der Gährung, Fäulniß und Verwesung spielt er eine wichtige Rolle. Er ist es, der das Feuer unterhält, und obschon er selbst nicht brennt, doch die Eigenschaft hat, brennbare Körper mit ungemeiner Lebhaftigkeit und Schnelligkeit zu verbrennen, weshalb er auch Feuerluft, Verbrennungsunterhalter genannt wird;*) er ist es, der von Thier und Mensch eingeathmet werden muß, wenn das Leben derselben fortdauern soll, weshalb er auch den Namen „Lebensluft“ erhielt. Sauerstoff nannte man ihn, weil früher angenommen wurde, daß er zur Bildung des sauren Geschmackes der meisten sauerschmeckenden Stoffe beitrage. Er kommt in freiem und gebundenem Zustande vor. Frei tritt er als Bestandtheil auf: in der Atmosphäre (die ein Gemenge von $^1/_5$ Sauerstoff und $^4/_5$ Stickstoff ist), in der in Gewässern gelösten Luft und im Schnee, in den von den Poren des Erdreichs und des Thier- und Pflanzenkörpers eingeschlossenen Luftarten. Der chemisch gebundene Sauerstoff macht einen Hauptbestandtheil des Wassers, des festen Erdreichs (ziemlich die Hälfte desselben), des Pflanzen-, Thier- und Menschenkörpers (besonders des Blutes) aus. — Man pflegt die Verbindung des Sauerstoffs mit einem andern Elemente eine Oxydation, den Proceß selbst „Oxydiren“ zu nennen, und das Erzeugniß desselben einen „oxydirten Körper“ oder ein „Oxyd“. Wenn z. B. Eisen an der Luft rostet, verbindet es sich mit Sauerstoff, es oxydirt und bildet Eisenoxyd, Rost genannt. Bemerkenswerth dabei ist, daß jede Oxydation mit Wärmeentwickelung verbunden ist, weshalb man sie auch als Verbrennung bezeichnet, selbst wenn sie ohne Lichterzeugung vor sich geht. Je schneller eine solche Verbrennung

*) Außer dem Sauerstoff können noch folgende Elemente die Verbrennung unterhalten: Chlor, Brom, Jod, Schwefel, Phosphor, Selen, Tellur. Alle übrigen Elemente sind verbrennliche Körper.

stattfindet, desto wahrnehmbarer wird die freigewordene Wärme für unser Gefühl, während sie beim langsamen Verbrennen nur undeutlich oder gar nicht zu fühlen ist. Dies zeigt sich z. B. beim schnellen Verbrennen des Holzes durch Feuer und beim langsamen Verwesen desselben, wo sich bei beiden Zerstörungsprocessen ganz dieselbe Menge von Wärme entwickelt, jedoch im erstern Falle schnell und vorübergehend, im letztern unmerklich und nur erst während jahrelanger Dauer. — Ein Oxyd ist entweder Base (Oxydul, Oxyd) oder Säure, oder indifferentes Oxyd (Suboxyd, Superoxyd). Eine Base ist derjenige oxydirte Körper, welcher in seiner Verbindung mit Wasser mit einer Säure (unter Bildung von Wasser) eine chemische Verbindung eingeht, die man Salz nennt. Umgekehrt ist dasjenige Oxyd eine Säure, welches in seiner Verbindung mit Wasser mit einer Base ein Salz bildet. Die Säuren zeichnen sich durch einen sauren Geschmack aus und reagiren, wenn sie im Wasser löslich sind, in den meisten Fällen sauer, d. h. sie verändern blaue Pflanzenfarben in Roth. Die Basen zeichnen sich durch ihren eigenthümlichen laugenhaften (alkalischen) Geschmack aus und reagiren gewöhnlich alkalisch, d. h. sie führen die durch eine Säure gerötheten Pflanzenfarbe wieder in Blau zurück. Die Metalle bilden mit Sauerstoff meistens Basen, die Metalloïde vorzugsweise Säuren. Indifferente Oxyde besitzen entweder zu viel oder zu wenig Sauerstoff, um sich mit einer Säure direct zu einem Salze verbinden zu können. Die ersteren nennt man Super-, Hyper- oder Ueberoxyde, die letzteren heißen Sub- oder Hypoxyde. Verbindet sich ein Element in zwei verschiedenen Gewichtsverhältnissen mit Sauerstoff zu Basen, so nennt man die sauerstoffreichere Base ein Oxyd, die sauerstoffärmere ein Oxydul. Die indifferenten Oxyde, welche weder den sauren noch den alkalischen Geschmack haben, üben auf Pflanzenfarben keine Einwirkung aus. Sie besitzen wenig chemische Verwandtschaft. — Im menschlichen und thierischen Körper betheiligt sich der Sauerstoff, welcher durch das Athmen atmosphärischer Luft in das Blut gelangt, ebensowohl bei der fortwährenden Neubildung, wie bei der unaufhörlichen Zerstörung der organischen Substanzen, und bei den durch ihn zu Stande kommenden Oxydationen entwickeln sich diejenigen Kräfte, auf welchen die Lebensthätigkeiten beruhen.

Daß der Sauerstoffgehalt der atmosphärischen Luft nicht abnimmt, trotzdem Thiere und Menschen fortwährend Sauerstoff einathmen, verdanken wir der Pflanzenwelt. Die Pflanze, welche fortwährend (die von Thieren und Menschen ausgeathmete) Kohlensäure aus der Luft aufnimmt, besitzt nämlich das Vermögen, dieselbe im Sonnenlicht in ihre chemischen Bestandtheile, Kohlenstoff und Sauerstoff, zu zerlegen. Während aber die Pflanze den Kohlenstoff zurückbehält und zum Aufbau ihres Körpers verwendet, setzt sie den Sauerstoff in Freiheit, d. h. sie athmet denselben durch ihre Blätter aus. Setzt man frische grüne Blätter unter Wasser mehrere Stunden dem Sonnenlicht aus, so läßt sich die Sauerstoffabscheidung ganz gut beobachten. Man bringt zu diesem Zwecke die Blätter in eine große Flasche, die man vollständig mit Wasser füllt und dann mit der Oeffnung nach unten in eine Schüssel mit Wasser stellt. Nach einigen Stunden werden die Blätter mit kleinen Bläschen bedeckt sein und oben unter dem Boden der Flasche werden sich einige Blasen gebildet haben, welche alle charakteristischen Eigenschaften des reinen Sauerstoffgases darbieten.

Aus dem gewöhnlichen Sauerstoff geht unter gewissen Verhältnissen eine eigenthümliche Modification desselben, das sog. Ozon (d. i. Riechstoff der Luft oder activer, erregter, polarisirter Sauerstoff) hervor, welches durch Erhitzen bis auf 230° C wieder in gewöhnlichen Sauerstoff übergeht. Ozon läßt sich aus Sauerstoff erzeugen, wenn man längere Zeit lebhafte elektrische Funken durch denselben hindurchschlagen läßt, wobei das Gas eine Raumverminderung erleidet und zugleich den eigenthümlichen Geruch annimmt, der sich

in der Umgebung einer in Umdrehung gesetzten Elektrisirmaschine bemerkbar macht. Die Eigenschaften des Ozons sind nur unvollständig bekannt; es ist farblos, gasförmig und besitzt einen eigenthümlichen Geruch. In größeren Mengen eingeathmet, bewirkt Ozon Husten, Athemnoth und Entzündung der Schleimhäute. Ozon wirkt bleichend und hat die Fähigkeit zu oxydiren in weit höherem Grade als der gewöhnliche Sauerstoff. Sogenanntes Ozonpapier, welches mit einem Gemenge von Stärkekleister und Jodkalium bestrichen ist, wird von Ozon dunkelviolett gefärbt und wird deshalb als Ozonometer d. h. zur Abschätzung der in der Luft vorhandenen Ozonmengen benutzt. Jeder langsam stattfindenden Oxydation scheint eine Bildung von Ozon vorherzugehen; auch scheint der Sauerstoff im Blute in Gestalt von Ozon vorhanden zu sein. Man nimmt jetzt an, daß ein Molecül Ozon nicht, wie der Sauerstoff, aus 2 Atomen, sondern aus 3 Atomen besteht. Die dreifache Verbindung soll weniger fest sein, als die gewöhnliche zweifache. Kommt nun Ozon mit einem leicht oxydirbaren Körper zusammen, so geht das eine Atom auf diesen über, oxydirt ihn und gewöhnlicher Sauerstoff bleibt zurück (s. auch später bei atmosphärischer Luft). — Das früher als zweite Ozonart bezeichnete Antozon ist Wasserstoffüberoxyd (eine Verbindung von Sauerstoff und Wasserstoff).

2) **Stickstoff, Stickgas, Nitrogen** (d. i. Salpetererzeuger), **Azot,** Atomgewicht N = 14. Der Stickstoff ist, wie der Sauerstoff, ein luftförmiges, farbloses, sowie geschmack- und geruchloses, bei großem Kältegrad und äußerst hohem Druck zu einer Flüssigkeit comprimirbares Element, welches den größten Theil (vier Fünftheile) unserer atmosphärischen Luft ausmacht und als das indifferenteste aller Elemente nur äußerst geringe Verwandtschaft zu den übrigen Elementen hat. Gleichwohl finden wir ihn noch in einigen mineralischen Stoffen (Steinkohle) und als wesentlichen Bestandtheil des Pflanzen- und Thierkörpers. Bei der Zersetzung und Fäulniß der pflanzlichen und thierischen stickstoffhaltigen Stoffe bildet sich eine für das Leben der Pflanze sehr wichtige Verbindung des Stickstoffs mit dem Wasserstoffe, das Ammoniak (s. S. 48). Der aus der Atmosphäre aufgenommene Stickstoff findet sich in den Körperflüssigkeiten (Blut, Ernährungsflüssigkeit) gelöst, scheint aber keinerlei chemische Wirkung auszuüben. Seinen Namen Stickstoff oder Azot hat dieser Stoff daher, weil er für sich allein das Leben der Menschen und Thiere, sowie jede Flamme zum Verlöschen bringt oder erstickt; früher nannte man denselben auch Thierstoff, Zoogen (d. i. Thierstofferzeuger), weil er die Grundlage der meisten thierischen Substanzen bildet. Seine wichtigsten Sauerstoffverbindungen sind: das Stickstoffoxydul, Stickoxydul oder Lachgas, $N_2O$, ein farbloses, neuerdings als anästhetisches Mittel benutztes Gas, das Stickoxyd, NO, ein farbloses nicht athembares Gas, die Salpetrige Säure, $HNO_2$ und die Salpetersäure, $HNO_3$ (s. S. 48) sowie die Untersalpetersäure, $NO_2$, welche die organischen Nitrokörper (Nitroglycerin, Nitrobenzol, Schießbaumwolle u. a.) bildet.

3) **Wasserstoff, Wasserstoffgas, Hydrogen** (d. i. Wassererzeuger); Atomgewicht H=1. Der Wasserstoff ist ebenfalls ein luftförmiges, farbloses, sowie geruch- und geschmackloses Element, welches bei einer Kälte von 140° C. und einem Druck von 650 Atmosphären zu einer stahlblauen Flüssigkeit verdichtet wird; er kommt nicht so wie der Sauerstoff und Stickstoff in größeren Mengen frei in der Natur vor, sondern ist fast immer nur mit anderen Elementen, zu flüssigen und festen Körpern verbunden, anzutreffen. Wie sein Name schon besagt, bildet der Wasserstoff einen Bestandtheil des Wassers, und dieses gehört demnach nicht, wie man früher meinte, zu den Elementen, sondern zu den zusammengesetzten Körpern. Außerdem ist der Wasserstoff noch in fast allen thierischen und pflanzlichen Substanzen zu finden, nimmt auch, im sogen. Krystallwasser, an der Zusammensetzung vieler Mineralien Antheil. Im menschlichen Darmkanal wird er frei angetroffen als ein Product der Gährung,

namentlich vegetabilischer Substanzen. Er ist die leichteste unter allen Luftarten (14mal leichter als die atmosphärische Luft und wurde deshalb früher zur Füllung der Luftballons angewendet, wozu zur Zeit das billigere Leuchtgas verwendet wird) und vermag eben so wenig wie der Stickstoff das Athmen der Thiere wie das Verbrennen zu unterhalten, obschon er selbst eines der brennbarsten aller Elemente ist und unter Zutritt von Sauerstoff mit schwach leuchtender, aber äußerst heißer Flamme, verbrennt (d. i. die philosophische Lampe der Alchemisten; auf Kreide geleitet entsteht ein blendendes Licht, sogen. Drummond'sches Licht, Siderollicht oder Kalklicht, welches beim Hydrooxygen-Mikroskop u. s. w. Verwendung findet). Bei dieser Verbrennung bildet sich Wasser. Das Gemenge von 2 Gewichtstheilen Wasserstoff und 16 Gewichtstheilen Sauerstoff heißt Knallgas, weil dasselbe bei Berührung mit einem glühenden Körper mit Feuerentwickelung und starkem Knall (Explosion) sich zu Wasser umwandelt. Eine ebenfalls sehr wichtige Verbindung des Wasserstoffs ist die mit Stickstoff zu Ammoniak (s. S. 48).

4) **Kohlenstoff, Carbogen** (d. i. Kohlenerzeuger); Atomgewicht C = 12. Der Kohlenstoff ist ein festes, geruch- und geschmackloses Element, welches in drei verschiedenen Modificationen, als Diamant, Graphit (Reißblei), und als amorphe (gewöhnliche) Kohle vorkommt, an andere Elemente gebunden aber sowohl im Mineralreich (Kohlensäure, kohlensaurer Kalk u. s. w.), wie in allen pflanzlichen und thierischen (menschlichen) Substanzen angetroffen wird, vorzugsweise im Fette, Zucker, Alcohol und in der Stärke, sowie in sämmtlichen Eiweißkörpern (s. später). Weil dieses Element den Hauptbestandtheil der Kohle bildet, erhielt es den Namen „Kohlenstoff"; Pflanzenstofferzeuger, Phytogen, wurde es aber deshalb genannt, weil es die Grundlage der Pflanze abgiebt. Seine Verbindungen mit Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff sind außerordentlich zahlreich und machen die Bestandtheile der organischen Verbindungen (s. S. 39) aus. Der Kohlenstoff fehlt in keiner organischen Verbindung und ist daher als eigentlich organisches Element zu bezeichnen; ihm vorzugsweise verdanken die organischen Stoffe ihre großen Verschiedenheiten. Wegen seiner Verbrennlichkeit und seiner Farbe dient der Kohlenstoff als vorzüglichste Quelle der Wärme und des Lichts, sowie der schwarzen Farbe. Für den Menschen, sowie für Thier und Pflanze, ist die Verbindung des Kohlenstoffs mit Sauerstoff, welche Kohlensäure heißt, von der allergrößten Wichtigkeit und von großer Gefährlichkeit (s. S. 43); etwas weniger wichtig ist das Kohlenoxyd- und das Kohlenwasserstoffgas, von denen gleichfalls später gesprochen werden soll.

5) **Schwefel, Sulphur;** Atomgewicht S = 32. Der Schwefel ist ein ziemlich verbreitetes, festes, gelbes und leicht verbrennliches Element, welches mitunter rein (gediegen), meistens aber in Verbindung mit anderen Grundstoffen, vorzugsweise mit Metallen (z. B. als Schwefeleisen, Schwefelkupfer) in der Natur aufgefunden wird. Wie der Sauerstoff, verbindet sich auch der Schwefel mit anderen Körpern in vielen Fällen unter Licht- und Wärmeentwickelung. Der Schwefel tritt in vier verschiedenen allotropischen Zuständen oder Modificationen auf, in zwei verschiedenen Krystallformen und in zwei verschiedenen amorphen Zuständen. Beim Verbrennen verbindet er sich mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft zu einer stechend und erstickend riechenden irrespirablen*) Luftart, welche schweflige Säure, $SO_2$, fälschlich auch Schwefeldampf genannt wird. Nimmt diese Verbindung noch mehr Sauerstoff auf, so bildet sich daraus die Schwefelsäure, $SO_3$. Die wasserhaltige Schwefelsäure, $H_2O.SO_3$, wird rauchende Schwefelsäure, Vitriolöl oder englische Schwefelsäure genannt; sie zeichnet sich durch ihre große Verwandtschaft zum Wasser aus,

* Die irrespirabeln Gase können nur spurweise, mit anderen Gasen vermischt, eingeathmet werden; in größerer Menge bewirken sie sofort Verschluß der Stimmritze (Stimmritzenkrampf). Das Nähere s. später bei Athmung.

womit sie unter heftiger Wärmeentwickelung verschiedene chemische Verbindungen eingeht. Mit Wasserstoff vereinigt stellt der Schwefel ein giftiges, sehr stinkendes (nach faulen Eiern riechendes) Gas dar, das Schwefelwasserstoffgas, $H_2S$. Im menschlichen, thierischen und pflanzlichen Körper trifft man den Schwefel vorzugsweise in den sogen. eiweißartigen Substanzen und hornigen Theilen an, weshalb diese auch beim Faulen Schwefelwasserstoffgas entwickeln, also sehr stinken.

6) **Phosphor** (d. i. Lichtträger); Atomgewicht P=31. Der Phosphor ist ein festes, schwach gelbliches, durchsichtiges, sehr giftiges Element von wachsartiger Härte und schwachem knoblauchähnlichem Geruch. Er verdampft schon bei gewöhnlicher Temperatur und oxydirt sich an der Luft unter Rauchbildung; dabei verursacht er im Dunkeln ein eigenthümliches Leuchten. In Folge dieser Eigenschaften kann sich der Phosphor nicht frei in der Natur finden; meist kommt er mit Sauerstoff verbunden als Phosphorsäure, $P_2O_5$, aber nie frei, sondern stets in Form von Salzen vor, z. B. als phosphorsaurer Kalk. Nur wenig erhitzt, verbrennt der Phosphor mit großer Lebhaftigkeit und vereinigt sich hierbei mit dem Sauerstoff der Luft zu Phosphorsäure, einer für den Pflanzen-, Thier- und Menschenkörper äußerst wichtigen Substanz, denn sie hilft in Verbindung mit Kalk, als phosphorsaurer Kalk, $3CaO,P_2O_5$, die feste Grundlage dieser Körper bilden. Aus der Ackererde, welcher sie nie fehlen, gelangen die phosphorsauren Salze in die Pflanzen, zu deren Ernährung sie nothwendig sind und aus diesen in die Thiere und Menschen, welche dieselben hauptsächlich zur Bildung ihrer Knochengerüste verwenden. Am reichlichsten findet sich der Phosphor in den Knochen, außerdem kommt er noch vor in den eiweißartigen Substanzen, in der Hirn- und Nervensubstanz, in den Eiern, in dem Fleische, in den Hülsenfrüchten und Getreidesamen. Mit Wasserstoff verbunden bildet der Phosphor ein giftiges, sehr stinkendes und leicht entzündliches Gas, das Phosphorwasserstoffgas, $PH_3$, welches sich namentlich bei der Fäulniß thierischer Stoffe entwickelt. Da man den Phosphor häufig anstatt des Arseniks zur Bereitung von Rattengift, sowie von Streichzündhölzchen verwendet, so haben schon öfters seine giftigen Eigenschaften dem Menschen Nachtheil gebracht. — Der Phosphor kommt in vier Modificationen vor. Amorpher oder rother Phosphor, welcher nicht giftig und an der Luft unveränderlich ist, entsteht, wenn Phosphor längere Zeit im luftleeren Raum auf 240—250° C. erhitzt wird. Er bildet dann einen rothbraunen undurchsichtigen Körper, welcher sich nicht durch Reiben, sondern nur beim Erhitzen über 200° C. entzündet und bei Abschluß der Luft auf 260° C. erhitzt wieder die Eigenschaft des gewöhnlichen Phosphors annimmt. Er ist ein Bestandtheil des Reibzeuges, an welchem phosphorfreie Zündhölzchen, deren Köpfe aus Schwefelantimon und chlorsaurem Kali bestehen, angestrichen werden.

7) **Chlor**; Atomgewicht Cl=35,5. Das Chlor ist ein coërcibles (zusammendrückbares), blaß gelblichgrünes Gas von erstickendem Geruche und reizendem Geschmack, welches unter hohem Druck oder durch starke Temperaturermäßigung in eine grüngelbliche Flüssigkeit übergeht. Zum Glück für die menschlichen Athmungsorgane kommt das Chlor niemals frei, sondern nur im gebundenen Zustande in der Natur vor. In geringer Menge (mit anderen Gasen vermischt) eingeathmet, bringt Chlor Husten, Beklemmung und Blutspeien hervor; in größerer Menge eingeathmet, wirkt es, wie alle sogen. irrespirablen Gase, tödtlich. In Verbindung mit anderen Elementen bildet dasselbe aber für den Menschen äußerst werthvolle Stoffe: Kochsalz, Chlorkalk, Salzsäure (Chlorwasserstoffsäure), Chloral und Chloroform. Das Chlor zeichnet sich durch eine sehr große Verwandtschaft zu den übrigen Elementen, besonders aber zu dem Wasserstoff aus. Gegen Pflanzen- und Thierstoffe äußert das Chlor eine schnell zerstörende Wirkung, weil es das in ihnen enthaltene Wasser zersetzt und sich mit dem Wasserstoff desselben zu Chlorwasserstoff, ClH, verbindet,

während der frei werdende Sauerstoff nunmehr oxydirend auf die thierischen und pflanzlichen Substanzen einwirkt. Diese gefährliche Eigenschaft des Chlors benutzt man mit Vortheil zum Bleichen der Farbstoffe (Chlorkalk, Javelle'sche Lauge), zum Vertilgen der beim Faulen der Pflanzen- und Thierstoffe entstehenden übelriechenden Gase, sowie zur Zerstörung krankmachender Ausdünstungsstoffe (Desinfection).

8) **Fluor**; Atomgewicht Fl=19. Das Fluor ist ein farbloses Gas von eigenthümlichem Geruch, welches sich in der Natur nie frei, sondern am häufigsten mit Calcium verbunden als Flußspath, $CaFl_2$, vorfindet; auch kommt es im Meerwasser und vielen Mineralwässern vor. Im thierischen und menschlichen Körper findet es sich in geringer Menge in dem Schmelze der Zähne und in den Knochen; dagegen bildet es einen wesentlichen Bestandtheil der Pflanze.

9) **Calcium**; Atomgewicht Ca=40; 10) **Natrium**; Atomgewicht Na=23; und 11) **Kalium**; Atomgewicht K=39. Calcium, Natrium und Kalium sind drei metallische Elemente, welche ihrer leichten Oxydirbarkeit wegen nicht frei in der Natur vorkommen. Auch ihre Oxyde, Kalk oder Kalkerde, CaO, Natron, $Na_2O$, und Kali, $K_2O$, sind wegen ihrer großen Verwandtschaft zu den Säuren immer nur als Salze anzutreffen; der Kalk besonders als kohlensaurer, phosphorsaurer und schwefelsaurer Kalk; das Natron in Verbindung mit Chlor als Chlornatrium (Kochsalz), als kohlensaures (Soda) und schwefelsaures (Glaubersalz) Natron; das Kali als kohlensaures (Pottasche), salpetersaures (Salpeter), und als phosphorsaures Kali. Für Pflanze, Thier und Mensch haben von diesen Stoffen vorzugsweise der phosphorsaure und kohlensaure Kalk, sowie das Kochsalz große Bedeutung (s. später).

12) **Magnesium**; Atomgewicht Mg=24. Das Magnesium ist ein weißes, silberglänzendes Metall, welches sich oberhalb seines Schmelzpunktes an der Luft entzündet und mit blendend weißem Lichte (Magnesiumlicht) verbrennt. Es kommt in der Natur nur mit Chlor, Jod und Brom, sowie mit Sauerstoff verbunden als Magnesia, Talkerde, Bittererde oder Magnesiumoxyd, MgO, vor. Die Talkerde ist in vielen Mineralien und im Meerwasser enthalten; auch in den Pflanzen und Knochen finden sich kleine Mengen. Die phosphorsaure Magnesia, $Mg_3O.PO_3$, findet sich im Thierkörper theils gelöst, theils fest (in den Knochen), sowie in den Getreidekörnern. Die schwefelsaure Magnesia, $MgO.SO_4+7H_2O$, oder Bittersalz findet sich im Meerwasser und in manchen Mineralquellen, den sogen. Bitterwässern, in denen sie durch wechselseitige Zersetzung von Gyps und kohlensaurer Magnesia entsteht. Das Chlormagnesium, $MgCl_2$, findet sich im Meerwasser und in vielen Salzquellen.

13) Der **Kieselstoff**, das **Silicium**; Atomgewicht Si=26. Das Silicium kommt niemals in unverbundenem Zustande vor; allein seine Verbindung mit Sauerstoff, die Kieselsäure oder Kieselerde, $SiO_2$, ist ein Hauptbestandtheil der meisten Mineralien; nächst dem Sauerstoff macht das Silicium die Hauptmasse der festen Erdrinde aus. Spuren von Kieselerde finden sich fast in allen Pflanzen. Größere Mengen enthalten besonders die Gräser, der Schachtelhalm, das Bambusrohr, das spanische Rohr und die Getreidehalme. Auch im Thierkörper findet sich Kieselerde, besonders in den Haaren und Vogelfedern; spurweise im Blute und in den Eiern.

14) **Eisen**; Atomgewicht Fe=56. Das Eisen ist das verbreitetste und werthvollste aller metallischen Elemente und kommt auch im Thier- und Menschenkörper vor, wo es einen wesentlichen Bestandtheil des Blutes und zwar der rothen Blutkörperchen bildet. Es gelangt durch feste und flüssige Nahrung in unsern Körper und zwar in solcher Menge, daß immer noch ein Theil desselben mit den Excrementen unbenutzt ausgeschieden wird. Am meisten zeichnen sich Milch und Eier (besonders der Dotter) durch ihren Eisengehalt aus. Auch für

die Pflanze ist die Zufuhr von Eisen von höchster Bedeutung; ohne Eisen ergrünt keine Pflanze und ohne Blattgrün ist die Pflanze nicht im Stande, organische Substanzen aus den zugeführten Nährstoffen (Wasser und Kohlensäure) neu zu erzeugen. — Fast stets ist mit dem Eisen Mangan verbunden und Spuren dieses Metalls werden daher im thierischen Körper, namentlich im Blut und der Galle gefunden.

## Verbindungen der Elemente.

### Unorganische und organische Stoffe.

Die aufgeführten Elemente, von denen nur Sauerstoff, Stickstoff und Wasserstoff frei im menschlichen Körper angetroffen werden, gehen, nach der bald größeren, bald geringeren chemischen Verwandtschaft (s. S. 32) zu einander, die mannigfaltigsten Verbindungen ein und bilden auf diese Weise eine Menge neuer, sogenannter zusammengesetzter Stoffe, denen nach der Eigenthümlichkeit der Zusammensetzung die verschiedenartigsten Eigenschaften zukommen. Wir finden die zusammengesetzten Stoffe als Hauptmasse alles Bestehenden, während die Grundstoffe, mit Ausnahme von Sauerstoff, Stickstoff und Kohlenstoff, rein nur sehr vereinzelt in der Natur vorkommen. Manche dieser Zusammensetzungen zeichnen sich durch große Einfachheit und Beharrlichkeit aus (unorganische Verbindungen), während andere, durch die vielfach verschlungenen und sich durchkreuzenden Beziehungen und Verknüpfungen der Grundstoffe zu einander, sehr complicirte und leicht lösliche Verbindungen darstellen (organische Verbindungen). In keiner organischen Verbindung fehlt der Kohlenstoff, welcher zu den meisten übrigen Elementen eigenthümliche und verwickelte chemische Verwandtschaftsbeziehungen hat. Vorzüglich mit Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff geht der Kohlenstoff sehr complicirte Verbindungen ein, welche sich für gewöhnlich nur in den Organismen bilden und deshalb organische Verbindungen genannt werden. Da aber die Ursache aller derjenigen Eigenthümlichkeiten, welche die organischen Verbindungen von den unorganischen unterscheiden, in der Natur des Kohlenstoffs (in seiner Fähigkeit, sich in den verschiedensten Verhältnissen mit anderen Elementen zu verbinden) zu suchen ist, so hat man die „organischen Verbindungen" auch als „Kohlenstoffverbindungen" bezeichnet. In allen Organismen finden sich aber neben diesen organischen, d. h. verwickelten Kohlenstoffverbindungen, auch noch einfachere (unorganische) Kohlenstoffverbindungen, wie denn auch außerhalb der Organismen, in der unbelebten Natur, der reine Kohlenstoff selbst (Diamant, Graphit), wie seine einfacheren Verbindungen weit verbreitet vorkommen. Die frühere Annahme, daß sich

die Kohlenstoff- oder organischen Verbindungen nur in den Organismen bilden könnten und daß es niemals gelingen werde, eine organische Verbindung künstlich darzustellen, ist längst widerlegt. Zahlreiche, für gewöhnlich nur durch den Lebensproceß der Pflanzen und Thiere erzeugte organische Verbindungen werden jetzt in unsern chemischen Laboratorien hergestellt und ihre Zahl vermehrt sich mit jedem Tage. Ist es auch der Chemie noch nicht gelungen, die höchststehenden organischen Verbindungen künstlich zu erzeugen, so ist doch durch das Erreichte festgestellt, daß im lebenden Organismus dieselben chemischen Kräfte thätig sind, wie in der übrigen Natur. Ein anderer wesentlicher Unterschied zwischen organischen und unorganischen Verbindungen besteht darin, daß die meisten unorganischen Verbindungen unter gewöhnlichen Bedingungen *unverbrennlich* sind, während die organischen Verbindungen alle verbrennlicher Natur sind. Die meisten unorganischen Verbindungen sind sogen. „gesättigte" Sauerstoffverbindungen, bei denen eine Mehraufnahme von Sauerstoff nicht möglich ist, während in den organischen Verbindungen der Sauerstoff entweder gänzlich fehlt oder nur in so geringen Mengen vorhanden ist, daß noch immer der Zutritt und die Bindung einer mehr oder weniger bedeutenden Menge von Sauerstoff möglich ist, d. h. daß eine vollständige Verbrennung eingeleitet werden kann, in Folge welcher die organische Verbindung schließlich stets in unorganische Verbindungen zerfällt.

## A. Unorganische Verbindungen

trifft man natürlich in größter Menge außerhalb des pflanzlichen, thierischen und menschlichen Körpers, sonach in der Luft, dem Wasser, dem Erdboden und den Gesteinen an, jedoch gehen sie auch in die Zusammensetzung der Organismen ein und sind deshalb für diese ganz unentbehrlich. Im menschlichen (thierischen) Körper finden sich, außer den *freien Elementen*: Sauerstoff-, Stickstoff- und Wasserstoffgas folgende unorganische Verbindungen: 1. *Wasser*; 2. *Gase*: Kohlensäure, Grubengas; 3. *Salze*: Chlornatrium (Kochsalz), Chlorammoniak, Flußspath, kohlensaures, phosphorsaures und schwefelsaures Natron und Kali, kohlensaures Ammoniak, kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk, kohlensaure und phosphorsaure Bittererde; 4. *Säuren*: Chlorwasserstoff- oder Salzsäure, Kieselsäure; 5. *Eisen* in unbekannten Verbindungen. Von Wichtigkeit sind ferner noch folgende Verbindungen: die atmosphärische Luft, Kohlenoxydgas, schweres Kohlenwasserstoff- oder ölbildendes Gas, Phosphorwasserstoffgas, Schwefelwasserstoffgas, Salpetersäure. In der Zusammensetzung und dem Lebensproceß der Pflanzen, Thiere und Menschen spielen unter diesen unorganischen Verbindungen die hervorragendsten Rollen: das Wasser und die Salze, die atmosphärische Luft, die Kohlensäure und das Ammoniak.

1) Die **atmosphärische Luft**, welche nicht blos als sogenannter Luft- oder Dunstkreis, Atmosphäre, unsern Erdball in einer nicht genau bekannten Höhe umgiebt*), sondern auch in die kleinsten Lücken der Erdrinde eindringt und sich allen Gewässern beimischt, ist ein aus zwei Grundstoffen zusammengesetztes, farbloses, durchsichtiges, geschmack- und geruchloses, permanentes, zusammendrückbares, sehr elastisches Gas und wurde demnach früher ganz mit Unrecht zu den Elementen gerechnet. Die beiden Grundstoffe, welche die Luft bilden, sind Stickstoff und Sauerstoff, und diese sind nicht etwa innig (chemisch) mit einander verbunden, sondern nur mit einander vermengt. In 100 Theilen atmosphärischer Luft finden sich 79 Volumina oder 76,8 Gewichtstheile Stickstoff mit 21 Volumina oder 23,2 Gewichtstheilen Sauerstoff, und dieses Verhältniß beider Grundstoffe zu einander ändert sich nur in äußerst seltenen Fällen und nur um ein sehr Geringes. Stets ist aber in der so zusammengesetzten atmosphärischen Luft auch noch Wasser, theils als unsichtbares Wassergas, theils als sichtbarer Wasserdunst vorhanden; ferner ist ihr noch eine geringe und nach Zeit und Ort sehr veränderliche Menge von Kohlensäure, Ammoniak und einigen anderen Gasen beigemengt; auch können feste Stoffe in sehr feiner Zertheilung (wie mineralische, pflanzliche und thierische Stäubchen, Pflanzensamen), Keime von niederen pflanzlichen und thierischen Organismen (Pilzen, Bacterien, Vibrionen, Infusionsthierchen) in der Luft schwebend erhalten werden, welche unter gewissen Umständen die Ursache der verschiedenen Gährungen sowie der Verwesung und Fäulniß organischer Körper abgeben.

Der Kohlensäuregehalt der reinen Atmosphäre, wie sie im Freien vorhanden ist, beträgt etwa $^1/_2$ Tausendstel; er dient als Maßstab für die Beurtheilung der Frage, ob die Luft rein oder unrein ist. Unter der Voraussetzung, daß in dem bewohnten Raume keine anderen Kohlensäurequellen als die Menschen vorhanden sind, daß z. B. keine Flammen brennen, bezeichnet Pettenkofer ein Gehalt von 1 Tausendstel als die Grenze zwischen guter und schlechter Luft. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß die Kohlensäure das vorwaltend Schädliche einer solchen unreinen Luft ist — denn der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre kann erheblich abnehmen und der Kohlensäuregehalt erheblich wachsen, ohne die Gesundheit zu gefährden — sondern die Kohlensäure dient nur als Maßstab, mit welchem alle sonstigen Veränderungen gemessen werden, die gleichzeitig in der Luft durch die von Lunge und Haut ausgeathmeten organischen Stoffe erfolgen. Ein kleiner Theil des Sauerstoffs soll in der Luft als Ozon (s. S. 34) vorhanden sein. Die vielfach verbreitete Annahme, daß der kleinere oder größere Ozongehalt der Luft auf den Gesundheitszustand der Menschen Einfluß habe, entbehrt bis jetzt aller wissenschaftlichen Beweise. Vielleicht hat das Ozon der Atmosphäre dadurch einigen Einfluß auf die Gesundheit, weil es die übelriechenden Gase zerstört, welche sich bei der Fäulniß der thierischen und pflanzlichen Körper entwickeln. Für Menschen und Thiere ist der Sauerstoff in der atmosphärischen Luft der vorzugsweise unentbehrlichste Bestandtheil und wird als Lebensluft mit Hülfe des Athmens in den Körper eingeführt. Auch die Pflanzenwelt bedarf zu ihrer Existenz des Sauerstoffs. Mit Hülfe des Sauerstoffs vermittelt die atmosphärische Luft ferner noch eine Menge der wichtigsten Processe auf und in unserer Erde, wie den Verbrennungs- und Verwitterungsproceß. Daß der Sauerstoffgehalt der

*) Meist wird die Höhe der Atmosphäre zu 90 Kilometer (12 Meilen) angenommen. — Die Atmosphäre, deren Gesammtgewicht zu etwa 5 Trillionen Kilogramm berechnet wurde, wird nach oben immer weniger dicht, denn die unteren Luftschichten werden durch das Gewicht der oberen Luftmassen zusammengedrückt. Nach oben wird aber das Gewicht der drückenden Luft immer kleiner, in Folge dessen die Zusammenpressung immer geringer, die Luft immer dünner. Manche Physiker halten die Atmosphäre für grenzenlos und den Aether (s. S. 28) für eine verdünnte Fortsetzung unserer Luft.

uns umgebenden atmosphärischen Luft nicht abnimmt, da doch unzählige Geschöpfe denselben seit Jahrtausenden einathmen, verdanken wir der Pflanzenwelt. Die Pflanze nimmt, neben kleinen Mengen Sauerstoff, Kohlensäure aus der Luft auf und trennt dieselbe unter dem Einflusse des Sonnenlichtes in Kohlenstoff und Sauerstoff; den ersteren verwendet sie zur Bildung ihrer Organe, den letzteren athmet sie zum größten Theile wieder aus. Aus Ländern mit üppigem Pflanzenwuchs führen die Winde den pflanzenarmen Gegenden beständig Sauerstoff zu. Der mit der Atmosphäre ins Innere des Thier- und Pflanzenkörpers gelangende Stickstoff betheiligt sich nicht an den Ernährungsvorgängen der Organismen, sondern wirkt nur als Verdünnungsmittel des Sauerstoffs, welcher rein für Thiere und Pflanzen nachtheilig sein würde. In dem Blitze besitzt die Natur ein Mittel, um den freien Stickstoff zu oxydiren und dadurch für die Ernährung der Pflanze geschickt zu machen. Bei Gewittern bildet der atmosphärische Stickstoff mit dem Wasserstoff der feuchten Luft (Regen), unter Mitwirkung der Elektricität, Ammoniak und salpetrige Säure. Diese Verbindungen, welche der Pflanzenwelt den zu ihrem Leben erforderlichen Stickstoff liefern, entstehen außerdem in bedeutend größerer Menge durch die Fäulniß der pflanzlichen und thierischen (stickstoffhaltigen) Substanzen. — Auch vermöge ihrer physikalischen Eigenschaften, wie ihrer Schwere, Temperatur, Feuchtigkeit, Bewegung und Fortleitungsfähigkeit für Licht, Schall, Wärme und Elektricität, dient die Luft zum richtigen Bestehen der Erde und ihrer Bewohner.

2) Das **Wasser**, $H_2O$, ist ein ebenso unentbehrlicher Stoff für alles Lebendige wie die atmosphärische Luft, aber ebensowenig wie diese ein Element, sondern ein zusammengesetzter Körper, und zwar zusammengesetzt aus zwei gasförmigen Grundstoffen, aus Wasserstoff und Sauerstoff. Es besteht immer aus 8 Gewichtstheilen Sauerstoff und 1 Gewichtstheile Wasserstoff, oder aus 2 Raumtheilen Wasserstoff und 1 Raumtheile Sauerstoff. Was seine Form anbelangt, so findet sich das Wasser, wie bekannt, in allen drei Aggregatzuständen, am häufigsten in tropfbarflüssiger Gestalt und zeigt sich dann, wenn es nämlich ganz rein ist, farblos, geruch- und geschmacklos; sodann kommt es aber auch noch in luftförmiger und fester Gestalt (als Eis und Schnee) und in chemischer Verbindung in vielen Mineralien und Salzen vor. Als unsichtbares Wassergas und sichtbarer Wasserdunst (Wolken, Nebel) ist dasselbe überall im Luftkreise verbreitet, aus welchem es in Folge seiner Abkühlung in der Form von Regen, Thau, Schnee u. s. w. auf die Erdoberfläche herabfällt, Quellen, Ströme und Meere nährt, Pflanzen, Thiere und Menschen sättigt und sodann wiederum mittels beständiger Verdunstungsprocesse von den Meeren, Flüssen, Quellen der Erde und ihren Bewohnern in den Luftkreis zurückkehrt, so daß es demnach in einem ewigen Kreislaufe begriffen ist. Das Wasser ist ein wesentlicher Bestandtheil aller organischen Körper, sowie überhaupt der ganzen Erde; es wirkt vorzüglich als Auflösungsmittel (sein Lösungsvermögen wird durch Kohlensäure beträchtlich vermehrt) und trägt in Folge dessen zur Beförderung aller chemischen Verbindungen bei. Zu den Säuren und Basen (s. S. 34) hat das Wasser eine große Verwandtschaft und bildet mit ihnen die sogen. Hydrate, (z. B. wasserfreie Phosphorsäure: $P_2O_5$, Phosphorsäurehydrat: $P_2O_5.H_2O$; Eisenoxyd: $Fe_2O_3$, Eisenoxydhydrat: $Fe_2O_3.H_2O$). Mit den Salzen tritt das Wasser als sogen. Krystallwasser zu festen Krystallen zusammen. Das Krystallwasser entweicht, wenn die Salze auf 100° C. erhitzt werden. Manche Salze verlieren auch einen Theil ihres Krystallwassers an die trockene Luft, sie zerfallen zu Pulver, verwittern (z. B. Soda, Glaubersalz); andere Salze werden in Folge ihrer großen Verwandtschaft zum Wasserdampf der Luft feucht und zerfließen (z. B. Pottasche). — Der Lebensproceß der Organismen, die zum größten Theil aus Wasser bestehen (der Wassergehalt des Thierkörpers beträgt etwa

58%, manche Gewebe enthalten 70%, manche Pflanzenstoffe bis zu 90%, ist auf das innigste an das Vorhandensein von Wasser geknüpft, da die chemischen und physikalischen Vorgänge im Pflanzen-, Thier- und Menschenkörper ohne Wasser unmöglich sind. Neben Sauerstoff und Wärme ist sonach das Wasser eine unerläßliche Grundbedingung des Lebens. Es bildet das allgemeine Auflösungsmittel der in den Organismen vorkommenden Stoffe und ist dadurch der Vermittler aller chemischen und physikalischen Bewegung. Durch seine in der Haut und in den Lungen vor sich gehende Verdunstung wirkt das Wasser auch noch als Abkühlungsmittel; ferner befördert es den zur Erhaltung des Lebens nöthigen Stoffwechsel.

In der Natur findet sich das Wasser, eben deshalb, weil ihm die Fähigkeit, die meisten festen und luftförmigen Stoffe aufzulösen, im hohen Grade zukommt, nie rein vor, sondern stets mit löslichen Substanzen vermischt. Am reinsten, d. h. arm an gelösten Stoffen ist das sogen. weiche Wasser: das Regen-, Schnee- und Eiswasser. Ist jedoch die Luft mit Staub und Gasen verunreinigt, so kann auch das Regenwasser, weil es einen Theil dieser Stoffe aufnimmt, sehr unrein sein. Am häufigsten ist das Wasser versetzt: mit atmosphärischer Luft und Kohlensäure (welche beim Kochen entweichen), mit kohlensaurem, phosphorsaurem und schwefelsaurem Kalk und Talk (welche in dem sogen. harten Wasser reichlich vorhanden sind), mit Kochsalz, Kieselerde und kohlensaurem Eisen. Es ändert sich übrigens die Zusammensetzung des Wassers nach der Verschiedenheit des Bodens, dem es entquillt oder den es durchrinnt, und oft finden sich auch organische, pflanzliche und thierische Stoffe darin vor. Die mineralischen Bestandtheile des Wassers besitzen für das Leben der Organismen große Bedeutung als Nährsubstanzen: die organischen Bestandtheile, welche von zersetzten thierischen und pflanzlichen Körpern herrühren, sind dagegen dem Menschen schädlich. Von der Art und Menge der Bestandtheile des Wassers hängt nun wesentlich sein Geschmack, seine Farbe und sein Werth als Nahrungsstoff ab. Größerer Reichthum an dem einen oder dem andern mineralischen Bestandtheile und an Gasen ertheilt dem Quellwasser den Namen eines Mineralwassers. Chemisch reines Wasser erhält man durch Destillation (destillirtes Wasser).

3) **Kohlensäure** und 4) **Kohlenoxyd.** Der Kohlenstoff vermag sich in zwei Verhältnissen mit Sauerstoff zu verbinden; verbrennt nämlich die Kohle nur unter spärlichem Luftzutritt, so verbinden sich immer nur 3 Gewichtstheile Kohlenstoff mit 4 Gewichtstheilen Sauerstoff und es entsteht das Kohlenoxyd; verbrennt die Kohle dagegen unter lebhaftem Luftzutritt, so verbinden sich stets 3 Gewichtstheile Kohlenstoff mit 8 Gewichtstheilen Sauerstoff und es bildet sich Kohlensäure. Die **Kohlensäure,** $CO_2$, im gewöhnlichen Leben auch fixe Luft genannt, welche anderthalbmal so schwer als atmosphärische Luft ist und sich deshalb, ehe sie sich mit der Luft mengt, dem Erdboden nahe aufhält (dies gilt nur im Freien; in unsern Wohnungen wird die von dem menschlichen Körper ausgeschiedene Kohlensäure, in Folge ihrer höheren Temperatur durch den Druck der umgebenden kälteren Luft, an die Decke gedrängt), ist bei gewöhnlicher Temperatur ein farbloses Gas mit schwachsäuerlichem stechendem Geruch, erfrischendem Geschmack, und kommt ebensowohl frei wie an andere Stoffe, vorzugsweise an Kalk, gebunden in der Natur vor. Unter sehr starkem Druck, etwa 36 Atmosphären, und mit Unterstützung künstlicher Kälte wird das Kohlensäuregas zu einer farblosen Flüssigkeit verdichtet, die an freier Luft sich sehr schnell wieder verflüchtigt und dabei eine so starke Kälte entwickelt, daß sie zum großen Theil zu einer schneeartigen Masse erstarrt (feste, starre Kohlensäure). Freie Kohlensäure findet sich als normaler Bestandtheil in der atmosphärischen Luft, im Wasser (dem sie den angenehm erfrischenden Geschmack und, wenn sie in größerer Menge darin vorhanden ist, die perlende, mousirende Eigenschaft ertheilt) und in den Poren des Erdreiches; sie verdankt ihren Ursprung einer

Menge von Umständen. So athmen nicht blos Menschen und Thiere, nachdem sie Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft in sich aufnahmen, Kohlensäure aus, sondern auch die Pflanzen; letztere jedoch nur im Dunkeln, sowie beim Keimen und Blühen, während sie gerade umgekehrt bei Sonnenlicht Kohlensäure verzehren und Sauerstoff aushauchen (s. S. 34). Es bildet sich ferner die Kohlensäure beim Verbrennen von Kohle und kohlenstoffhaltiger Körper (Brenn- und Leuchtmaterialien, organischer Stoffe), sowie bei der Fäulniß, Verwesung und Gährung. Außerdem hauchen manche Mineralwässer (Säuerlinge) Kohlensäure aus. An einigen Punkten der Erde, sogen. Mofetten, ergießen sich ganze Ströme von luftförmiger Kohlensäure aus Grotten, Spalten u. s. w. von inneren vulkanischen Herden der Erde aus in die Luft (Hundsgrotte in der Nähe von Neapel). In Folge ihres hohen specifischen Gewichtes bleiben solche Kohlensäuremengen oftmals ruhig auf weiten Ausdehnungen der Felder liegen, so daß schlafende Arbeiter darin erstickten, während bei der Arbeit aufrecht stehende nicht davon belästigt wurden. In Kellern, wo gährende Weine und andere gährende Getränke lagern, erfüllt die Kohlensäure, welche die Luft von unten aus fortschiebt (verdrängt), mit der Zeit bisweilen den ganzen Raum, so daß in solche Räume rasch eintretende Menschen schnell ersticken. Auch beim Graben und Repariren von Brunnen und in Bergwerken ereignen sich nicht selten solche Unglücksfälle; die Kohlensäure, welche das umgebende Erdreich bei der Fäulniß kohlenstoffhaltiger Körper aufgenommen hat, senkt sich in diese Höhlungen und Gruben hinab und verdrängt vom Boden aus die Luft.

So erquicklich kohlensäurehaltige Getränke für unsern Magen sind, so gefährlich ist die Kohlensäure für die Athmungsorgane des Menschen und Thieres. Denn ebensowenig als ein Licht darin brennen kann, ebensowenig können Menschen und Thiere in dieser Gasart leben. Die Kohlensäure gehört zu den irrespirabeln Gasen, kann aber mit anderen Gasen vermischt in größerer Menge wie die übrigen irrespirabeln Gase eingeathmet werden und wirkt dann giftig. Enthält die Luft, in welcher man zu athmen gezwungen, sehr viel Kohlensäure, so wirkt sie tödtend auf den Menschen und zwar entweder durch Unterbrechung der Athmung (Stimmritzenkrampf) oder durch Vergiftung. Man betrete daher nur mit großer Vorsicht geschlossene Räume, in denen viele Menschen und Thiere athmeten, Keller mit gährenden Flüssigkeiten, Brunnen, Kalköfen, Brauereien und Gruben. Ganz anders verhält es sich mit den Pflanzen; diese bedürfen zu ihrem Bestehen durchaus der Kohlensäure, weshalb letztere auch geradezu Pflanzenmutter genannt wird. Es zerlegt nämlich die Pflanze innerhalb ihrer grünen Zellen, welche Blattgrün oder Chlorophyll enthalten, die Kohlensäure in Kohlenstoff und Sauerstoff, verwendet den ersteren zum Aufbaue ihres Organismus (zur Bereitung der Pflanzenfaser, des Holzes und Korkes, sowie von Gummi, Stärke, Zucker, Wachs und Oel), und haucht den Sauerstoff, als Lebensluft für Menschen und Thiere, wieder aus. Auf diese Weise kommt es weder zu einer gefahrbringenden Anhäufung von Kohlensäure, noch auch zu einem nachtheiligen Mangel an Sauerstoff in der Atmosphäre. Die Pflanze kann aber nicht nur von Kohlensäure und Wasser leben, sondern sie bedarf zum Aufbau ihres Leibes auch mineralischer Stoffe. Die im Wasser aufgelöste Kohlensäure spielt bei Aufnahme dieser im Boden und Dünger enthaltenen mineralischen Bestandtheile in die Pflanze eine wichtige Rolle; ebenso befördert die Kohlensäure den Verwitterungsproceß und trägt dazu bei, daß gewisse Bodenbestandtheile zum Pflanzennahrungsmittel geschickt gemacht (assimilirbar) werden. — Im menschlichen Körper trifft man freie Kohlensäure, in Folge von Zersetzung kohlenstoffhaltiger Substanzen mit Hülfe des Sauerstoffs, im Blute und in den Lungen an, stets aber im Begriffe, als ein schädlicher Stoff den Körper zu verlassen. — Das **Kohlenoxydgas**, CO, enthält halb so viel Sauerstoff wie die Kohlensäure. Es ist ein farbloses, geruch- und geschmackloses Gas, welches leichter als die atmosphärische Luft ist und an der

Luft entzündet mit hellblauer, wenig leuchtender Flamme zu Kohlensäure verbrennt. Das Kohlenoxydgas, welches in der Natur nicht fertig gebildet vorkommt, bildet sich, wenn Kohlenstoff bei unzureichendem Luftzutritt verbrennt. Es gehört zu den giftigen Gasen und hat schon sehr oft zur Erstickung von Menschen Veranlassung gegeben, wenn bei Verbrennung von Kohlen der Luft nicht gehörig Zutritt gestattet wurde, wie dies beim Glimmen von Kohlen in einem Kohlenbecken, in einem Kohlen-Bügeleisen oder in einem Ofen, welcher mit Brennmaterial überfüllt ist oder dessen Klappe zu frühzeitig, d. h. vor vollendeter Verbrennung, geschlossen wurde, der Fall ist.

5) Das **Kochsalz**, NaCl, (Chlornatrium oder Natriumchlorid), ist eine Verbindung von Chlor und Natrium, die in Würfeln krystallisirt und etwas mechanisch eingeschlossenes Wasser enthält. Beim Auflösen im Wasser erzeugt es bedeutende Temperaturerniedrigung. Dieser Körper ist über die ganze Erde verbreitet und bildet als festes Gestein (Steinsalz) an vielen Stellen im Innern unserer Erdrinde mächtige Lager, wie z. B. die Salzwerke von Staßfurth und Wieliczka; aufgelöst findet sich Kochsalz im Meerwasser, in den Salzquellen oder Soolen und in kleiner Menge in sämmtlichen Fluß- und Binnenwässern, sowie im Ackerboden. Aber auch für die organischen Körper ist dieses Salz einer der wichtigsten Stoffe, denn es kommt in allen pflanzlichen, thierischen und menschlichen Substanzen, sowohl in den festen wie flüssigen, vor. Im menschlichen Körper (welcher etwa $^1/_2$ Kilogramm Salz enthält und durchschnittlich im Jahre 8 Kilogramm verbraucht) ist das Kochsalz sehr verbreitet; es findet sich in allen Flüssigkeiten, Geweben und Organen. Auch bei Mangel an Salz in der Nahrung halten die Organe ihren Kochsalzgehalt fest. Diese Thatsachen, sowie der Umstand, daß der Instinct die Menschen und viele Thiere zum Genusse des Kochsalzes antreibt, beweisen, daß das Kochsalz in dem Lebensproceß eine wichtige Rolle spielt. Das Kochsalz ist durch seinen hervorragenden Einfluß auf die Diffusionsvorgänge ein Hauptfaktor für die Bewegung der Flüssigkeitsmassen im Körper und scheint in sehr inniger, noch nicht hinreichend erforschter Beziehung zum Zellenbildungsproceß zu stehen. — Weil dem Kochsalze sogenannte fäulnißwidrige Eigenschaften zukommen (d. h. weil die damit durchdrungenen organischen Stoffe sich lange gut erhalten und nicht leicht in Fäulniß übergehen), bedient man sich desselben zum Einsalzen oder Einpökeln.

6) Das **Chlorkalium** oder **Kaliumchlorid**, KCl, findet sich in geringer Menge in den Pflanzen (besonders Seepflanzen), in dem Meerwasser, in vielen Salzquellen und Mineralwässern; in großen Mengen findet es sich rein und als Doppelsalz (Sylvin und Carnallit) in dem Steinsalzlager zu Staßfurth. Das Chlorkalium kommt im menschlichen Körper nicht so reichlich wie das Kochsalz vor; nur in wenigen Organen und Flüssigkeiten überwiegt es das Chlornatrium. Der Gehalt des Körpers an Chlorkalium muß schon deshalb innerhalb gewisser Grenzen eingeschlossen bleiben, weil dieses Salz, wie alle Kalisalze, in größerer Menge als Gift wirkt. Direct ins Blut eingespritzt wirken auch verdünnte Lösungen lähmend auf das Herz und die willkürlichen Muskeln. Dagegen beschleunigen kleine Mengen von Kalisalzen, durch den Magen eingeführt, die Herzthätigkeit und wirken belebend, worauf die erregende Wirkung der Fleischbrühe und des Fleischextractes beruht.

7) **Kohlensaures Natron** oder **Soda**, $Na_2O,CO_2$, und **kohlensaures Kali**, $K_2O,CO_2$, zwei Salze, die sich besonders im Blute finden, spielen im Organismus eine wichtige Rolle. Wie es scheint, vermitteln sie nicht nur die Oxydation des Blutes, sondern auch die Oxydation und Verseifung der Fette; wahrscheinlich tragen sie auch dazu bei, daß die Eiweißkörper im Blute gelöst bleiben.

8) **Doppelt-kohlensaures Natron**, $Na_2O,2CO_2+H_2O$, entsteht, wenn man Kohlensäure über kohlensaures Natron leitet, wird zur Bereitung künst-

licher Mineralwässer verwendet und bildet einen Bestandtheil des bekannten Brausepulvers, welches aus 5 Theilen doppelt-kohlensaurem Natron und 4 Theilen Weinsäure besteht. Wird dieses Pulver in Wasser aufgelöst, so verbindet sich das Natron mit der Weinsäure zu weinsaurem Natron und die Kohlensäure entweicht unter Aufbrausen.

9) **Phosphorsaures Natron** und 10) **phosphorsaures Kali** finden sich (in verschiedenen Sättigungsformen) in allen thierischen Flüssigkeiten und Geweben, besonders im Blute, Muskelsaft, Eidotter und in der Nervensubstanz. Ihre Bedeutung für den Organismus ist noch nicht genau ermittelt, doch deutet Alles darauf hin, daß sie eine hohe Bedeutung für das thierische Leben haben und im Lebensproceß, besonders bei der Gewebsbildung, eine wichtige Rolle spielen.

11) **Schwefelsaures Natron** und 12) **schwefelsaures Kali** kommen in den meisten thierischen Flüssigkeiten vor. Wie es scheint, haben sie aber nur die Bedeutung von Auswurfstoffen, die sich bei der Oxydation der schwefelhaltigen organischen Körperbestandtheile bilden.

13) **Phosphorsaurer Kalk**, $3CaO.P_2O_5$, und 14) **kohlensaurer Kalk**, $CaO,CO_2$, sind zwei Kalksalze, die in der Natur in sehr großer Menge angetroffen werden und für den Menschen sowie für das Thier deshalb von großer Wichtigkeit sind, weil sie alle widerstandsfähigen Maschinentheile des menschlichen und thierischen Körpers, die Skelet- und Stützorgane, bilden helfen. Zur Knochenbildung dient vorzugsweise der phosphorsaure Kalk, während der kohlensaure Kalk den Hauptbestandtheil der Kalknadeln der Polypen, der festen Gehäuse der Schalthiere, der Stämme der Korallen, der Eierschalen 2c. ausmacht. Uebrigens trägt der phosphorsaure Kalk, der sich im menschlichen Körper auch aus kohlensaurem hervorzubilden scheint, stets noch zur Zusammensetzung aller übrigen festen wie flüssigen Bestandtheile des menschlichen Körpers bei. Durch die Nahrung (pflanzliche, thierische) und durch Wasser wird der phosphorsaure Kalk dem Organismus zugeführt. In der Pflanze findet sich der phosphorsaure Kalk, welchen sie (unter Mitwirkung des kohlensäurehaltigen Wassers) dem Erdboden durch ihre Wurzel entzieht, vorzugsweise an die eiweißartigen Substanzen gebunden, und deshalb enthalten die eiweißreichen Getreidesamen und Hülsenfrüchte von allen Pflanzen die größte Menge davon. — Der kohlensaure Kalk macht als Kalkstein, Kalkspath, Tropfstein, Marmor und Kreide einen nicht unbeträchtlichen Theil der Erdrinde aus. In Wasser ist der kohlensaure Kalk fast unlöslich; da jedoch die Gewässer immer etwas Kohlensäure enthalten, die den kohlensauren Kalk auflöst (und sich mit ihm zu doppelt-kohlensaurem Kalke verbindet), so fehlt der kohlensaure Kalk fast in keinem Wasser. In manchem Brunnen- und Quellwasser (im sogenannten harten Wasser, aus welchem er sich als Kessel-, Sprudel- oder Topfstein nach Austreibung der Kohlensäure durch das Kochen ausscheidet) findet sich der kohlensaure Kalk in ziemlicher Menge vor. Im menschlichen Körper bildet der kohlensaure Kalk im innern Gehörorgane die sogenannten Gehörsteinchen und kommt außerdem fast stets neben dem phosphorsauren Kalke vor; er wird durch pflanzliche Nahrungsmittel, sowie durch das Trinkwasser in unsern Körper eingeführt.

15) Die **kohlensaure Talkerde**, $MgO.CO_2$, und 16) die **phosphorsaure Talkerde** oder **Bittererde** oder **Magnesia**, $3MgO.PO_5+5H_2O$, sind zwei Salze, die im menschlichen Körper nur in sehr geringer Menge anzutreffen sind und stets den Kalk begleiten. Sie kommen auch in den Pflanzen, vorzugsweise in den Samen der Getreide, sowie im Trinkwasser vor und gelangen durch (pflanzliche und thierische) Nahrung und Getränke in den menschlichen Körper.

17) **Fluorcalcium, Flußspath,** $CaFl_2$, eine Verbindung von Fluor und Calcium, findet sich in nur sehr geringer Menge im menschlichen Körper, und zwar in den Knochen und im Schmelze der Zähne.

18) **Kieselsäure,** $SiO_2$, aus Kiesel (Silicium) und Sauerstoff, findet sich vorzugsweise in den Panzern der niedrigsten Thierclassen, sowie in gewissen Pflanzenstoffen und in manchem Quellwasser. Im menschlichen Körper findet sich nur äußerst wenig von diesem Stoffe in den Haaren, sowie in den Knochen und Zähnen.

19) **Chlorwasserstoff,** HCl, ist in reinem Zustande ein farbloses, stechend riechendes Gas, welches sich sehr leicht in Wasser auflöst und in dieser wässerigen Lösung die bekannte Salzsäure oder Chlorwasserstoffsäure bildet. Im menschlichen Körper kommt die Salzsäure frei nur im Magensafte vor.

20) **Kohlenwasserstoffgas** ist die gasförmige und verbrennliche Verbindung des Kohlenstoffes mit dem Wasserstoffe, die nach der größeren oder geringeren Menge des Wasserstoffes entweder als leichtes oder schweres Kohlenwasserstoffgas bezeichnet wird. Das leichte Kohlenwasserstoffgas (Methan, Methylwasserstoff), $CH_4$, welches mit gelblicher, wenig leuchtender Flamme verbrennt, farb- und geruchlos ist, kommt in der Natur in großer Menge vor und bildet sich, wenn Pflanzen bei Abschluß der Luft unter Wasser faulen. Es findet sich deshalb namentlich in Sümpfen und Moräften und wird daher auch Sumpfgas genannt. Mit 10 Volumina Luft oder mit 2 Vol. Sauerstoff gemischt, giebt es ein höchst explosives Gemenge; mit Sauerstoff gemischt, kann es beliebig lange eingeathmet werden, während es rein eingeathmet das Leben nicht zu unterhalten vermag. Durch ähnliche Zersetzungsprocesse wie in Sümpfen entsteht es ferner in Steinkohlenbergwerken und sammelt sich dort oft in großer Menge an. In diesem Falle heißt es Grubengas und verursacht, wenn es durch die Grubenlichter der Arbeiter entzündet wird, heftige Explosionen, die unter dem Namen schlagende Wetter, Schwaden, bekannt sind. Im menschlichen Körper bilden sich bei der chemischen Zersetzung der Körperbestandtheile Spuren von Grubengas, die man in der Ausathmungsluft und in den Darmgasen findet. — Das an Kohlenstoff reichere schwere Kohlenwasserstoffgas (Aethylen, Elaylgas oder ölbildendes Gas), $C_2H_4$, gewinnt man, wenn organische Stoffe durch Hitze zersetzt werden. In reinem Zustande ist es farblos, riecht ätherartig, brennt mit stark leuchtender Flamme und wirkt beim Einathmen höchst nachtheilig. In der Natur kommt es nicht vor. Diesem Gase verdanken alle unsere Leuchtmaterialien ihre helle Flamme, denn die brennbaren Gase, welche sich aus Fett, Wachs, Oel u. s. w. in der Hitze entwickeln, bestehen hauptsächlich aus schwerem Kohlenwasserstoffgas. Auch das Leuchtgas, welches uns zur Beleuchtung dient und das aus Steinkohlen, Holz, Torf, seltener aus Harzen, Petroleum, Fettabfällen bereitet wird, verdankt ihm im Wesentlichen seine Leuchtkraft. Das gereinigte Leuchtgas aus Steinkohlen enthält etwa 5—9% Elaylgas, 36—40% Sumpfgas, 5—10% Kohlenoxyd, 33—50% Wasserstoff, außerdem Kohlensäure, Stickstoff und zuweilen auch Schwefelwasserstoffgas. Durch seinen Gehalt an Kohlenoxydgas wirkt das Leuchtgas giftig auf den Menschen, wenn es in bewohnte Räume dringt und eingeathmet wird.

21) Das **Schwefelwasserstoffgas,** Hydrothionsäure, $H_2S$, findet sich in der Natur in vulkanischen Gegenden und in manchen Mineralwässern (Schwefelwässer), bildet sich immer bei der Fäulniß schwefelhaltiger organischer Stoffe (Eiweiß, Faserstoff, Käsestoff ꝛc.) und sammelt sich deshalb leicht in Cloaken an. Der Schwefelwasserstoff ist ein giftiges, farbloses, coërcibles Gas, welches nach faulen Eiern riecht; es verbindet sich gern mit Metallen, die dabei schwärzlich anlaufen. Menschen und Thiere werden durch dasselbe rasch getödtet und die Flamme erlischt in ihm. — In den Darmgasen des Menschen finden sich bei Fleischkost geringe Mengen Schwefelwasserstoffgas.

22) Das **Phosphorwasserstoffgas**, $PH_3$, ist ein farbloses, giftiges, leicht entzündliches Gas von widerlichem, knoblauchartigem Geruch.

23) Das **Ammoniakgas**, $NH_3$, ist ein coërcibles, farbloses, dem Athmen sehr nachtheiliges Gas von stechendem, zu Thränen reizendem Geruche und ätzend scharfem Geschmacke, welches aus Stickstoff und Wasserstoff besteht und sich mit großer Begierde im Wasser auflöst, dann eine Flüssigkeit darstellend, welche Ammoniak oder im gewöhnlichen Leben Salmiakgeist genannt wird. Die atmosphärische Luft enthält stets eine kleine Menge von Ammoniak und zwar als kohlensaures, weil sich dieses sofort bildet, wenn Ammoniak mit dem Wasser und der Kohlensäure der Luft in Verbindung tritt. Im menschlichen Körper finden sich Ammoniak und Ammoniaksalze spurenweise im Blute, im Harne, in der ausgeathmeten Luft und in den Excrementen. Das Ammoniakgas findet sich nur selten in der unorganischen Natur, bildet sich aber in sehr reichlicher Menge bei der Zersetzung stickstoffhaltiger thierischer Stoffe (daher der lästige Ammoniakgeruch in Aborten und Pferdeställen). Obschon für Thier und Mensch äußerst nachtheilig, ist das Ammoniak für die Pflanze doch als Nahrungsstoff ganz unentbehrlich, weil diese mit Hülfe des im Ammoniak enthaltenen Stickstoffs die stickstoffhaltigen Eiweißsubstanzen bereitet.

24) **Salpetersäure.** Wenn die Fäulniß stickstoffhaltiger thierischer Substanzen bei Gegenwart von Luft, Wasser und einer Base, wie Kalk, Kali, Natron, vor sich geht, so wird das sich dabei entwickelnde Ammoniak zu Wasser, salpetriger Säure, $HNO_2$, und Salpetersäure, $HNO_3$, oxydirt. Die Salpetersäure verbindet sich sodann mit der vorhandenen Base zu salpetersauren Salzen. Daher bilden sich salpetersaure Salze in Ställen und in der unter den Ställen gelegenen Erde, im Ackerboden und in vielen Brunnenwässern (namentlich in Städten, weil da der Erdboden meist mit organischen Fäulnißproducten verunreinigt ist). Die Salpetersäure ist, wie das Ammoniak, ein wichtiges Nahrungsmittel der Pflanze und wird von dieser in Form von Salzen, namentlich als salpetersaurer Kalk, mit der Bodenflüssigkeit durch die Wurzel aufgenommen.

## B. Organische Verbindungen.

Organische oder Kohlenstoff-Verbindungen (s. S. 39) finden sich, aber stets in Begleitung von unorganischen Stoffen, in der Pflanze, dem Thiere und Menschen, und obschon diese Organismen hinsichtlich ihrer Form eine sehr große Verschiedenheit unter einander zeigen, so stimmen die Bestandtheile derselben in ihrer chemischen Zusammensetzung doch fast ganz mit einander überein und können deshalb, ohne große Veränderungen zu erleiden, aus dem pflanzlichen Organismus in den thierischen und menschlichen übergehen. Nur hinsichtlich des Ursprungs der organischen Stoffe existirt bei den verschiedenen Organismen eine sehr große Verschiedenheit, denn während die Pflanze ihre Bestandtheile aus den Elementen und aus unorganischen Stoffen (vorzugsweise aus Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und einigen Salzen) zu erzeugen im Stande ist, vermag der Thier- und Menschenkörper seine Substanzen nur aus den gleichartigen Pflanzen- oder Thierstoffen zu bilden. Deshalb sind aber auch die Pflanzen zum Bestehen der Thiere auf unserer Erde durchaus unentbehrlich. Es giebt demnach keinen besonderen Lebensstoff; die unorganische Welt

unserer Erde enthält in einfachen Verbindungen diejenigen chemischen Elemente, welche in verwickelten (sogen. organischen) Verbindungen Pflanze, Thier und Mensch zusammensetzen. Die Erkenntniß dieser Thatsache verdankt die Wissenschaft *Liebig*, denn mit Hülfe der von ihm begründeten Untersuchungsmethode, der sogen. *chemischen Elementar-Analyse der organischen Verbindungen**), hat sich ergeben, daß alle organischen Verbindungen aus einer geringen Anzahl derselben chemischen Elemente bestehen, welche unseren Planeten und seine Atmosphäre zusammensetzen. Die Grundstoffe, welche hauptsächlich zur Bildung der organischen Verbindungen beitragen, sind: Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff und Wasserstoff; in geringer Menge finden sich noch in manchen organischen Stoffen Schwefel, mitunter auch Phosphor und Eisen. *Der Kohlenstoff fehlt in keiner organischen Verbindung.* In verschiedener Anzahl und in den mannigfaltigsten Verhältnissen gruppirt und verbunden dienen diese sieben Elemente zur Herstellung aller organischen Verbindungen, welche verbunden oder gemischt mit einigen unorganischen Stoffen die Pflanzen, Thiere und Menschen zusammensetzen.

Ein kleiner Theil der organischen Verbindungen besteht nur aus zwei Elementen und zwar aus Kohlenstoff und aus Wasserstoff oder aus Kohlenstoff und Sauerstoff. Unter den weitaus zahlreichsten, aus mehr als zwei Grundstoffen bestehenden organischen Verbindungen giebt es eine große Gruppe, die nur aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasser bestehen und eine zweite Gruppe, die außer diesen drei Elementen auch noch Stickstoff enthalten. Die ersteren werden *stickstofflose*, die letzteren *stickstoffhaltige* organische Verbindungen genannt. Unter den stickstofflosen Verbindungen sind die wichtigsten die *Kohlenhydrate* oder *Kohlenwasserstoffsubstanzen* (die verschiedenen Stärkemehl- und Zuckerarten), die *Fette* und *Oele*. Die Kohlenhydrate verdanken ihren Namen der Thatsache, daß sie (neben Kohlenstoff) Sauerstoff und Wasserstoff in demselben Verhältniß enthalten, wie es zur Bildung von Wasser nothwendig ist, d. h. sie enthalten auf einen Theil Sauerstoff zwei Theile Wasserstoff. Fette und Oele sind sauerstoffärmer; nur ein Theil ihres Wasserstoffs fände Sauerstoff zur Wasserbildung.

Unter den stickstoffhaltigen Verbindungen ragen an Wichtigkeit die *Eiweißkörper* hervor, welche zu den höchst zusammengesetzten chemischen Körpern gehören. Sie enthalten sämmtlich außer Sauerstoff, Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff auch noch Schwefel, manche auch Phosphor und Eisen. Die Eiweißkörper sind für den pflanzlichen wie

*) Die Methode besteht hauptsächlich in einer sorgfältigen Verbrennung der organischen Verbindungen, welche es gestattet, die Verbrennungsproducte zu sammeln und weiterer chemischer Untersuchung zu unterziehen.

thierischen Organismus ganz unentbehrlich und somit als die eigentlichen Träger des Lebens zu bezeichnen.

Im Folgenden sollen nur diejenigen organischen Verbindungen aufgeführt werden, welche für den Menschen größere Wichtigkeit besitzen, entweder als Bestandtheile und Zersetzungsproducte des pflanzlichen und thierischen Körpers, oder als Bestandtheile wichtiger Arznei-, Genuß- und Nahrungsmittel.

## Stickstofffreie organische Verbindungen.

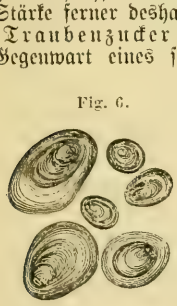
### a) Kohlenhydrate.

1) **Pflanzenzellstoff**, Cellulose oder Pflanzenfaser, $C_6H_{10}O_5$, allgemein verbreiteter Bestandtheil der Pflanzen, welcher theils als zarte Membran die jüngsten Zellen, theils, mit anderen Stoffen (den sogen. incrustirenden Körpern) innig gemischt, das Holz und die holzigen Theile der Pflanze bildet. Auch in den niedrigen Thierclassen (im Mantel der Tunicaten, den Muskeln der Maikäfer und Krebse) findet sich dieser Stoff als Tunicin. Beim Verbrennen wird die Cellulose vollständig in Kohlensäure und Wasser verwandelt, die ihr beigemischten Stoffe bleiben aber als Asche zurück. Durch Verwesung wird die Pflanzenfaser allmählich braun und mürbe und bildet Dammerde (Humus), die bei weiterer Zersetzung endlich in Kohlensäure und Wasser zerfällt. Bei der Fäulniß entwickelt sich Kohlenwasserstoffgas, und ein humusähnlicher schwarzer Schlamm (der Torf) bleibt zurück. — Von großer Wichtigkeit ist die Anwendung der Pflanzenfaser (Lein- und Hanffaser, Brennnesselfäden und Baumwolle) zur Bereitung der Gespinnste (Leinwand, Baumwolle) und des Papiers. Mit Salpetersäure liefert die Cellulose die Schießbaumwolle, deren Auflösung in Aether das Collodium (einen farblosen, durchsichtigen Firniß) darstellt. — Nur sehr zarte Cellulose, wie sie sich in jungen Gemüsen und im isländischen Moos findet, ist verdaulich, während die ältere Pflanzenfaser für die menschlichen Verdauungsorgane unlöslich und dadurch zur Ernährung fast ganz untauglich ist. Manche Thiere (Wiederkäuer) verdauen die Holzfaser sehr gut. Trotzdem müssen wir aber doch mit jedem vegetabilischen Nahrungsmittel eine ziemlich beträchtliche Menge dieser Substanzen genießen und diese wird dann durch den Stuhl unverändert wieder fortgeschafft.

2) Die **Stärke**, das Stärke-, Kraft- oder Satzmehl, Amylum, $C_6H_{10}O_5$, ist eine in den allermeisten Pflanzen (selbst in der Rinde und im Holze) vorkommende mehlige Substanz, die aus weißen, glänzenden, geruch- und geschmacklosen, zwischen den Fingern knirschenden Körnchen besteht. In größerer Menge kommt es vor in dem Samen der Getreide, besonders des Weizens (Weizenstärkemehl), den Hülsenfrüchten, Kartoffeln (Kartoffelstärkemehl), Kastanien, Eicheln, dem Mark der Sagopalme (echter Sago), in der Pfeilwurzel oder indischen Maranta (Arrowroot) und Manihotwurzel (Tapioka, Cassava). Die Stärkekörnchen, welche in der Pflanze stets im Innern von Zellen lagern und bei den verschiedenen Pflanzen von verschiedener Größe und Gestalt sind, erscheinen unter dem Mikroskope (s. Fig. 6—9) bald rundlich, bald oval oder eckig, haben äußerlich eine dichte und feste Hülle, in der Mitte einen Kern und sind aus mehr oder weniger dichten, zwiebelschalenartig um einander herum liegenden Schichten zusammengesetzt. Wenn Getreide grob gemahlen wird und Kartoffeln oder andere stärkemehlhaltige Pflanzentheile zerrieben und mit Wasser eingeweicht werden, so

setzt sich aus diesem Wasser die Stärke als weißer Bodensatz ab. Dieses Satz- oder Stärkemehl wird durch öfteres Waschen gereinigt und dann getrocknet. Die Stärke ist in kaltem Wasser und Weingeist unlöslich, in kochendem Wasser quillt sie zu einer gallertartigen Masse, zu Kleister, auf, der, wie bekannt, zum Kleben und Steifen verwendet und an der Luft unter Bildung von Milchsäure sehr leicht sauer wird; erst in sehr vielem heißen Wasser löst sich die Stärke fast ganz auf. Erhitzt man angefeuchtete Stärke unter stetem Umrühren bis sie trocken ist, so bilden sich harte Krümelchen, die mit kochendem Wasser übergossen aufschwellen und gallertartig werden und unter dem Namen (unechter) Sago bekannt sind. Das Aufquellen vieler mehliger Nahrungsmittel, wie der Hülsenfrüchte, des Reises, des Gräupchen rührt von dem Quellen der in diesen Stoffen enthaltenen Stärke her. — Eine merkwürdige Verbindung geht die Stärke mit Jod ein, insofern sie dadurch violettblau wird. Diese Färbung ist so auffallend und tritt so leicht ein, daß man die kleinste Menge von Stärke (z. B. in der Milch) durch Jod entdecken kann und umgekehrt. — In Form von Brot, Kartoffeln und Mehlspeisen ist das Stärkemehl eines der gebräuchlichsten Nahrungsmittel. Von der allergrößten Wichtigkeit ist die Stärke ferner deshalb, weil sie leicht in Dextrin und gährungsfähigen Zucker (Traubenzucker oder Dextrose) umgewandelt werden kann, der bei Gegenwart eines sogen. Fermentes oder Gährungserregers in Alcohol und

Fig. 6. Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9.



Kartoffelstärke. Arrowroot-Stärke. Weizenstärke. Reisstärke.

Kohlensäure zerfällt. Eine solche Gährung kommt mit Hülfe eines Fermentes, Diastase genannt, beim Keimen der Kartoffel und des Getreides (beim Malzen), sowie im thierischen und menschlichen Körper durch den Mund- und Bauchspeichel zu Stande. Auch Schwefelsäure vermag Stärke in Zucker umzusetzen und durch rauchende Salpetersäure wird die Stärke in eine explodirende Substanz (Xyloïdin) verwandelt. Durch Berührung mit faulenden stickstoffhaltigen Substanzen kann das Dextrin in Milchsäure und dann in Buttersäure übergeführt werden. Im thierischen und menschlichen Körper wird das Stärkemehl durch das Ferment (sogen. Ptyalin) des Mund- und Bauchspeichels in Dextrin und Traubenzucker verwandelt, die zum Theil, ehe sie noch in das Blut gelangen, im Darmkanal in Milch- und Buttersäure verwandelt werden. Der in das Blut gelangende Zucker wird zu Kohlensäure und Wasser verbrannt und als solche durch Lunge und Haut wieder ausgeschieden. — In der Pflanze, welche sich ihre Stärke aus der aufgenommenen Kohlensäure bildet, dient diese Substanz wahrscheinlich zur Erzeugung der übrigen stickstofffreien Materien, wie der Cellulose, des Gummis, Zuckers, der Gallerte und des Oeles. — Von dem gewöhnlichen Stärkemehl unterscheidet sich das Inulin oder Alantstärkemehl, in den Wurzelknollen der Alantwurzel, der Topinambur, Georginen, Cichorien u. a. m. und das Lichenin oder die Moosstärke, in der isländischen Flechte und vielen anderen Flechtenarten enthalten; beide sind in kochendem Wasser löslich. — Im Thierreiche findet sich in einer Infusorienart die Thierstärke, das Infusorienstärkemehl oder Paramylon.

3) **Gummi**, 4) **Pflanzenschleim** (Bassorin), $C_6H_{10}O_5$, sind zwei Pflanzenstoffe, welche in ihrer Zusammensetzung der Stärke vollständig gleichen und wie diese von uns mit vielen pflanzlichen Nahrungsmitteln genossen werden. — Gummi kommt als arabisches Gummi (Arabin oder Acacin) und Kirschharz (Cerasin) am häufigsten vor; das erstere löst sich im Wasser, das letztere quillt darin nur auf. Der Pflanzenschleim bildet den Uebergang von dem Gummi zur Stärke. Er findet sich vorzugsweise im Leinsamen, in der Salep- und Eibischwurzel, in der Carraghenflechte, im Traganthgummi und in den Quittenkernen.

5) Das **Glycogen** oder **Amyloïd**, $C_6H_{10}O_5$, eine zwischen Stärke und Dextrin in der Mitte stehende Substanz, findet sich in der Leber der Säugethiere, im Eidotter und in den Muskeln; es wandelt sich wahrscheinlich im Organismus in Zucker um.

6) Der **Zucker** ist ein im Pflanzenreiche außerordentlich verbreiteter Stoff, denn die meisten Früchte, viele Wurzeln und Stengel enthalten Zucker. Es giebt verschiedene Zuckerarten, eigentliche Zuckerarten (Rohrzucker, Traubenzucker, Schleimzucker und Milchzucker) und zuckerähnliche Stoffe. Diese Zuckerarten stimmen darin mit einander überein, daß sie einen süßen Geschmack haben, der Stärke ähnlich nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt und leicht löslich sind. Die eigentlichen Zuckerarten gehen, wenn eine Lösung davon mit Hefe (Hefepilzen) versetzt wird, in die sogen. geistige oder weinige Gährung über und liefern dann Alcohol, während die zuckerähnlichen Stoffe dies nicht thun. Im menschlichen Körper wird der mit der Nahrung aufgenommene, sowie der aus der genossenen Stärke gebildete Zucker zum Theil bereits im Darme in Milch- und Buttersäure umgewandelt, zum Theil wird er in das Blut aufgenommen, dort zu Kohlensäure und Wasserstoff oxydirt, wobei Wärme entwickelt wird und sodann durch Haut und Lungen aus dem Blute wieder entfernt. — Der Rohrzucker (Saccharose) $C_{12}H_{22}O_{11}$, findet sich hauptsächlich im Safte des Zuckerrohrs, der Ahornarten, der Zucker- oder Runkelrüben, in den Stengeln des Mais, in der Zuckerhirse, in den Kürbissen, Melonen, in den Mohrrüben und vielen Palmen, in der Birke u. s. w. Er ist von sehr süßem Geschmack und bildet entweder große weiße, gelbe oder braune Krystalle (Kandiszucker) oder eine Verbindung kleiner harter körniger Krystalle (weißer Zucker oder Hutzucker). Ein Theil des Rohrzuckers verwandelt sich beim Abdampfen in eine nicht krystallisirbare braune Zuckerart, in sogen. Fruchtzucker, der von dem krystallisirten Zucker abgeschieden wird und als Syrup oder Melasse allgemein bekannt ist. Der Rohrzucker muß erst durch Hefe oder verdünnte Schwefelsäure in Invertzucker, ein Gemenge von Trauben- und Fruchtzucker, verwandelt werden, ehe er die weinige Gährung eingeht. — Der Traubenzucker (Dextrose, Glycose, Krümelzucker), $C_6H_{12}O_6 + H_2O$, ist ein Bestandtheil der meisten Obstsorten, besonders der Weintrauben und Aepfel; er entsteht ferner aus Rohrzucker, Stärke, Gummi und Pflanzenfaser durch Einwirkung verdünnter Säuren, wird daher auch Stärkezucker (Kartoffelzucker) genannt; auch findet er sich im Honig und in den Säften des thierischen Körpers. Der Nektar der Blumen, von welchem die Bienen sich nähren, enthält Rohrzucker, welcher unter Einwirkung einer Säure (wahrscheinlich Ameisensäure) in dem Körper der Bienen in Traubenzucker umgewandelt wird. Er geht sehr leicht in weinige Gährung über und läßt sich auch aus der Stärke (durch Diastase, Speichel, Schwefelsäure) erzeugen. Wie das Dextrin kann auch der Traubenzucker in alkalischer Lösung durch Gährungserreger oder Fermente in die Milchsäure- oder Buttersäuregährung übergeführt werden. — Manche Pflanzenstoffe, die sogen. Glycoside, wie das Amygdalin in den Kernen des Steinobstes und in den bitteren Mandeln, das Salicin in der Weidenrinde u. a. zerfallen durch die Einwirkung von verdünnten Säuren oder von Gährungserregern in Traubenzucker und in andere Körper. — Schleim-

zucker (Levulose oder Fruchtzucker), $C_6H_{12}O_6$, nennt man die unkrystallisirbaren Zuckerarten, welche im Syrup, Honig (dessen flüssiger Theil aus Levulose besteht) und süßen Früchten neben Traubenzucker enthalten sind. Wahrscheinlich entsteht in der Pflanze immer zuerst Rohrzucker, der alsbald durch ein Ferment in Traubenzucker und Schleimzucker gespalten wird. — Milchzucker, $C_{12}H_{22}O_{11}$, ist ein wichtiger Bestandtheil der Säugethier- und Menschenmilch; er schmeckt weniger süß wie die übrigen Zuckerarten und ist in kaltem Wasser schwerer löslich als Rohr- und Traubenzucker. Der Milchzucker kann nicht in die geistige, wohl aber in die Milchsäure- und Buttersäuregährung übergehen. Durch Einwirkung verdünnter Mineralsäuren und einiger organischen Säuren wird er in die dem Traubenzucker ähnliche Lactose übergeführt, welche zur geistigen Gährung befähigt ist. Im Darme verwandelt sich der Milchzucker durch den Bauchspeichel sehr bald in Traubenzucker. — Zu den zuckerähnlichen Stoffen gehören das als mildes Abführmittel dienende Mannit, Manna- oder Pilzzucker (im Safte der Mannaesche, in vielen Pilzen und Algen), der Eichelzucker (in den Eicheln), das Sorbin (in den Vogelbeeren), der Inosit oder Muskelzucker (im Muskelfleisch, im Gehirn, in der Lunge, Leber, Milz, in den Nieren), das Glycirrhizin (der süße Stoff des Süßholzes, aus welchem der Lakritzen gewonnen wird) u. a.

### b) Pektin- oder Gallertkörper.

Das **Pektin** oder die **Pflanzengallerte**, $C_4H_6O_4$, findet sich in den reifen und reifenden Früchten. Alle Pektinkörper sind nicht krystallisirbar, geschmack- und geruchlos. Sie entstehen unter der Einwirkung eines Fermentes, der sogen. Pektase, aus der in Wasser und Alcohol unlöslichen Pektose, welche, mit Cellulose gemengt, im Fleische der Früchte und Wurzeln sich findet. Der Uebergang der natürlichen Frucht- und Wurzelsäfte (Aepfel, Birnen, Quitten, Johannisbeeren, Himbeeren, Möhren, Rüben u. s. w.) in Gallerten beruht darauf, daß ihr Pektin in zwei Säuren (Pektosinsäure und Pektin- oder Gallertsäure) umgewandelt wird. Der Werth der Pektinkörper für die Ernährung ist noch nicht sicher festgestellt.

### c) Fette.

Die **Fette**, sehr kohlenstoff- und wasserstoffreiche, aber sauerstoffarme Substanzen, finden sich sowohl im Pflanzenreiche, besonders in den Pflanzensamen, wie im Thier- und Menschenkörper, wo sie in allen Geweben und Flüssigkeiten anzutreffen sind. Im menschlichen (thierischen) Körper ist ihre Bedeutung eine ebenso hervorragende wie mannigfaltige. Bei der Verbrennung der fettigen Nahrungsmittel, die wir in Form von Fleischfett (Talg und Schmalz), Butter, Eidotter, Oelen u. s. w. genießen, wird eine Menge von Wärme frei, weshalb die Fette eine Hauptquelle der thierischen Wärme sind; auch zur Zellenbildung scheinen sie in enger Beziehung zu stehen. Als schlechte Wärmeleiter wirken die Fette der Wärmeausstrahlung des Körpers entgegen, während sie als Polster, Druckvertheiler und Ausfüllungsmasse dem Körper mechanischen Nutzen gewähren. Die Verwendung der Fette als Leuchtmaterial und Schmiermittel, zur Herstellung von Seife, Pflastern, Firnissen und Oelfarben ist bekannt. — Die Fette schmelzen unter 100° C. und krystallisiren in der Kälte zuweilen. Sie sind leichter als das Wasser (schwimmen auf demselben), machen Papier und Leinenzeug durchscheinend (Fettflecke), lösen sich nicht im Wasser, wohl aber in Benzin (Fleckenwasser), Aether und kochendem Alcohol auf, lassen sich durch schleimige Flüssigkeiten in den Zustand feinster Vertheilung (sogen. Emulsion) überführen und werden von porösen Körpern, Thon- und Walkererde begierig aufgesaugt (Einthonen der Fettflecken). Im reinen und frischen Zustande sind sie fast ohne Geruch und Geschmack; an der

Luft erleiden sie eine Veränderung, die als Ranzigwerden bekannt ist. Beim Erhitzen verflüchtigen sich die Fette meist unter Zersetzung; beim Verbrennen derselben erzeugt sich schweres Kohlenwasserstoff- oder Leuchtgas (s. S. 47). Die Fette sind bei gewöhnlicher Temperatur entweder fest (Rinds-, Hammeltalg u. s. w.), halbfest oder salbenartig (Butter, Menschenfett, Schweineschmalz, Gänsefett, Cacaobutter u. a.) oder flüssig (Oele). Man theilt daher die Fette ein in flüssige Fette oder fette Oele und in feste Fette. Alle Fettarten sind Gemenge von Verbindungen verschiedener Fettsäuren mit einem eigenthümlichen Körper, dem Glycerin, welches zu der Gruppe der Alcohole gehört.

Die drei wichtigsten Fettsäuren, welche die am häufigsten vorkommenden Fettarten bilden helfen, sind: die Palmitinsäure, die Stearinsäure, die Oel- oder Oleïnsäure; ihre Verbindungen mit Glycerin, die sogen. Glyceride, heißen: Palmitin, Stearin und Oleïn. In den flüssigen Fetten und Oelen herrscht das Oleïn, in den festen Fetten das Palmitin und Stearin vor; je mehr Stearin vorhanden ist, desto härter ist das Fett. Die salben- oder butterartigen Fette enthalten vorzugsweise Oleïn und Palmitin. Durch die Menge von Oleïn, Palmitin und Stearin wird sonach die Beschaffenheit des Fettes vorzugsweise bestimmt; Geruch und Geschmack der Fette rühren von Einmengungen oder von flüchtigen Fettsäuren her, die sich beim Ranzigwerden und starker Erwärmung der Fette bilden. — Die fetten Oele finden sich besonders in Pflanzensamen (Rübsen, Raps, Hanf, Mohn, Sonnenblume), in Fruchtkernen (Pflaumen-, Kirsch-, Aepfel-, und Mandelkernen, Nüssen, und Bucheckern) und in manchen Früchten (besonders Oliven). Sie werden eingetheilt in austrocknende oder Firniß-Oele und in nicht trocknende oder schmierige Oele. Die ersteren trocknen, in dünnen Lagen der Luft ausgesetzt, zu einer durchscheinenden Masse ein, werden deshalb besonders zu Firnissen und Oelfarben verwendet. Hierher gehören: das Lein-, Mohn-, Nuß-, Hanf-, Croton- und Ricinusöl. Das Mohn- und Nußöl dienen als Nahrungsmittel; das Ricinusöl als Arzneimittel. Zu den nicht trocknenden oder schmierigen Oelen gehört das Oliven-, Mandel- und Rapsöl, der Fisch- und Leberthran, die als Nahrungsmittel, Leuchtmaterial, Schmiermaterial und Arzneimittel Verwendung finden. — Alle Fettarten werden durch die Einwirkung der ätzenden Alkalien oder starker organischer Basen zersetzt, indem sich die Säure mit der Base verbindet und sich das Glycerin unter Wasseraufnahme ausscheidet. Die neu entstandene Verbindung nennt man Seife. Die Verbindungen der Fettsäuren mit Alkalien sind im Wasser löslich, diejenigen mit alkalischen Erden lösen sich dagegen im Wasser nicht auf. Die als Reinigungsmittel bekannte Seife besteht entweder aus Oelsäure und Kali, d. i. die salbenartige, weiche Schmier- oder Kaliseife oder sie besteht aus Stearinsäure und Natron, d. i. die feste Natronseife. Die Wirkung der Seife beim Waschen beruht auf der Zersetzung der fettsauren Salze mit Wasser, indem das freiwerdende Kali oder Natron auf viele Stoffe lösend einwirkt und das saure fettsaure Salz Fette aufzunehmen vermag. Wird Natronseife in kalkhaltiges (sogen. hartes) Wasser gebracht, so bildet die Stearinsäure mit dem Kalke Kalkseife, die im Wasser unlöslich ist und in weißen Flocken gerinnt. Solches Wasser ist zum Waschen nicht tauglich, kann aber durch Zusatz von Soda (deren Kohlensäure den Kalk löst) brauchbar gemacht werden. — Im menschlichen Körper wird das mit der Nahrung eingeführte Fett durch die Galle und den Bauchspeichel in immer feinere und feinere Tröpfchen verwandelt, so daß sie zu einer mandelmilchähnlichen Flüssigkeit (Emulsion) werden, die in das Blut aufgenommen werden kann. Ein Theil der Fette wird aber durch den Bauchspeichel verseift.

Die **Wachsarten** sind den Fetten verwandte Körper. Sie unterscheiden sich von diesen durch ihre Unlöslichkeit in kaltem Alcohol und durch ihre Sprödigkeit. Das Bienenwachs (aus den Glyceriden Cerotin und Myricin

bestehend) wird von den Bienen durch Umbildung zuckerhaltiger Substanzen, besonders des Honigs, bereitet und in Gestalt kleiner Schuppen (die als Baumaterial zu den Zellen dienen) abgesondert. Das Pflanzenwachs, oft durch beigemischte Harze oder Farbstoffe gefärbt, kommt im Blüthenstaube und an der Oberfläche der meisten Pflanzen vor und bedingt den reifähnlichen Ueberzug mancher Früchte (bereifte Pflaumen u. a.).

Das **Glycerin** oder **Oelsüß**, $C_3H_8O_3$, gehört zu einer Reihe organischer Verbindungen, welche man wegen der großen Uebereinstimmung, die sie in ihrer chemischen Zusammensetzung sowie in ihren Eigenschaften mit dem wasserfreien Weingeist oder Alcohol zeigen, Alcohole genannt hat. Es stellt eine dickliche, geruch- und farblose Flüssigkeit von süßem Geschmack dar, die sich in der Menge von 8 bis 9 Proc. in den Fetten, welche, wie oben erwähnt, aus Fettsäuren und Glycerin bestehen, findet und bei der geistigen Gährung in kleiner Menge gebildet wird. Es löst sich im Wasser und Alcohol, ist an der Luft und in der Kälte in hohem Grade unveränderlich, besitzt eine große Widerstandsfähigkeit gegen Fermente und dient als Schmier- und Conservirmittel, sowie als Zusatz zu Seifen und anderen Stoffen, um dieselben vor Austrocknung zu schützen. Durch Behandlung mit Salpeter- und Schwefelsäure wird das Glycerin in Nitroglycerin (Sprengöl oder Knallglycerin) übergeführt, welches beim Erhitzen und durch Schlag sehr heftig explodirt. Durch Vermischung des Nitroglycerins mit Kieselerde entsteht das bekannte furchtbare Sprengmittel Dynamit.

### d) Stickstofffreie organische Säuren.

Die meisten stickstofffreien organischen Säuren finden sich fertig gebildet in den Säften verschiedener Pflanzentheile, besonders der Früchte, und verleihen denselben einen angenehmen säuerlichen Geschmack. Im lebenden thierischen Körper finden sich nur wenige fertig gebildet, die meisten sind Producte der Zersetzung.

1) Die **eigentlichen** (nicht flüchtigen) **Fettsäuren**, welche mit Glycerin die wichtigsten Fette bilden und bereits bei den Fetten (s. S. 54) besprochen wurden. a) Die Palmitin- oder Margarinsäure, $C_{16}H_{32}O_2$, findet sich besonders im Wallrath, im Palmöl, im Menschen- und Hammelfett, in den meisten Fetten und Oelen des Pflanzenreichs und im japanischen Wachs. Sie ist unlöslich in Wasser, löslich in Aether und kochendem Alcohol und schmilzt bei 62° C. — b) Die Stearinsäure, Talgsäure, $C_{18}H_{36}O_2$, findet sich hauptsächlich im Talg und anderen festen Fetten, ist gleichfalls unlöslich in Wasser, löslich in Aether und kochendem Alcohol und schmilzt bei 69° C. — c) Die Oelsäure, Oleïnsäure, $C_{18}H_{34}O_2$, kommt in allen Fetten, besonders in den Oelen, vor. Reine Oelsäure ist ein geruch-, geschmack- und farbloses Oel, welches sich leicht in Aether und Alcohol löst und bei 4° C. zu einer weißen, festen, krystallinischen Masse erstarrt.

2) **Flüchtige Fettsäuren.** Hierher gehören: a) Die Buttersäure, $C_4H_8O_2$, findet sich mit Glycerin verbunden in dem Butyrin der Butter, frei oder mit Basen verbunden im Harne, sauren Schweiß, Magensaft, Muskelsaft der Menschen und Thiere und im Johannisbrod. Sie entsteht bei der Gährung und Fäulniß gewisser stickstoffhaltiger und stickstofffreier Substanzen (Zucker, Stärke, Milchsäure, Faser- und Käsestoff) und findet sich z. B. in den sauren Gurken, im Sauerkraut und Käse. — b) Die Baldrian- oder Valeriansäure, $C_5H_{10}O_2$, findet sich fertig in der Wurzel des Baldrians, im Thrane, in den Beeren des Schneeballs und bildet sich bei der Fäulniß eiweißartiger Stoffe (daher im Käse vorhanden). — c) Capronsäure, $C_6H_{12}O_2$, in der Butter, im Cocosnußöl, im Thrane und Käse. — d) Caprylsäure, $C_7H_{16}O_2$, und e) Caprinsäure, $C_{10}H_{20}O_2$, finden sich in denselben Fettsubstanzen wie die Capronsäure. — f) Die Essigsäure, $C_2H_4O_2$, ist eine farblose, stechend

sauer schmeckende und riechende Flüssigkeit, welche aus der Luft begierig Wasser anzieht und sich mit demselben in allen Verhältnissen verbindet. Die Essigsäure bildet sich durch Destillation organischer, stickstofffreier Substanzen, wie des Holzes (Holzessig), hauptsächlich aber durch Oxydation des Alcohols, unter Mitwirkung eines sogen. Fermentes, des Essigpilzes, Mycoderma aceti, einer zu den Bacterien gehörenden Schimmelpflanze. Die Essigsäure verbindet sich leicht mit vielen Basen und bildet Salze, unter denen das essigsaure Bleioxyd (der Bleizucker) und das essigsaure Kupferoxyd (der Grünspan) ihrer Giftigkeit wegen bekannt sind. — Essig ist mit Wasser verdünnte Essigsäure.

Ferner zählen hierher das Chloralhydrat, $C_2HCl_3O.H_2O$, ein bekanntes Betäubungsmittel, welches durch Einwirkung des Chlors auf Alcohol, Stärkemehl oder Zucker entsteht, und das Chloroform, $CHCl_3$, eine farblose, angenehm ätherisch-süßlich riechende Flüssigkeit, welche durch Destillation von Chlorkalk mit Wasser und Alcohol dargestellt wird und als wichtiges Betäubungsmittel in der Chirurgie vielfache Anwendung findet.

3) **Milchsäure**, $C_3H_6O_3$. Man unterscheidet die Gährungsmilchsäure und die Fleischmilchsäure, welche sich nur durch die Löslichkeit und Krystallform ihrer Salze unterscheiden. Die Gährungsmilchsäure ist ein Zersetzungsproduct der Kohlenhydrate, namentlich von Stärke und Zucker; sie findet sich im Magensaft und anderen Körperflüssigkeiten, in saurer Milch, in dem Safte des Sauerkrauts und in den sauren Gurken. — Die Fleischmilchsäure ist ein Stoffwechselproduct des Muskelgewebes; sie findet sich im Muskelsafte des Menschen, der Säugethiere und einiger Fische.

4) **Weinsäuren.** a) Die Weinsäure oder Weinsteinsäure, $C_4H_6O_6$, findet sich in den Trauben und in mehreren anderen Früchten. In den Fässern, in welchen Wein vergährt, setzt sich der rohe Weinstein, das saure weinsaure Kali, ab, aus welchem der gereinigte Weinstein, der Weinsteinrahm, der bekannte Cremor tartari, bereitet wird. Aus dem Weinsteinrahm läßt sich die stark sauer schmeckende Weinsäure abscheiden. — b) Die Traubensäure, $C_4H_6O_6$, findet sich im Traubensafte und unterscheidet sich nur wenig von der Weinsäure — c) Die Citronensäure, $C_6H_8O_7$, neben anderen organischen Säuren in vielen sauren Pflanzensäften, z. B. in dem Safte der Citronen, Erdbeeren, Johannisbeeren, Heidelbeeren, in Runkelrüben und an Kalk und Kali gebunden in den Zwiebeln und Kartoffeln. — d) Die Aepfelsäure oder Vogelbeersäure, $C_4H_6O_5$, eine der verbreitetsten organischen Säuren, findet sich fast in allen sauren Säften, doch nie rein, sondern meist in Gesellschaft von Wein-, Oxal- und Citronensäure. Am reichlichsten kommt sie im Safte der sauren Aepfel, der Berberitzen und Vogelbeeren vor.

5) **Gerbsäuren.** In vielen Pflanzen (Eichenrinde, Schalen der Obstfrüchte, Thee, Kaffeebohnen 2c.) kommt ein saurer Stoff vor, der einen zusammenziehenden (adstringirenden) Geschmack und die Eigenschaft besitzt, die thierische Haut in Leder zu verwandeln, zu gerben. Dieser Stoff wird daher Gerbstoff, Tannin oder Gerbsäure genannt. Je nach den verschiedenen Pflanzen unterscheidet man verschiedene Gerbsäuren (Chinagerbsäure in den Chinarinden, Kaffeegerbsäure in den Kaffeebohnen u. a.). Die Gerbsäure dient zur Darstellung der Tinte und zum Schwarz-, Grau- und Violettfärben (sie bildet nämlich mit den Eisensalzen eine tiefviolettblaue bis schwarze Verbindung) und wird in der Medicin als zusammenziehendes und blutstillendes Mittel und als Gegengift der giftigen Alkaloide, welche sie aus ihren Lösungen fällt, verwendet. Am reichlichsten findet sich die Gerbsäure in den Galläpfeln (den bekannten Auswüchsen, die durch den Stich der Gallwespe in die Blattstiele entstehen) als Galläpfelgerbsäure, $C_{14}H_{10}O_9$.

6) **Antiseptische (fäulnißwidrige) Säuren.** Stoffe, welche die Zersetzungsprocesse (Fäulniß und Gährung) organischer Körper hindern, nennt man fäulnißwidrige Mittel oder Antiseptica, und falls sie die Producte

der bereits eingetretenen Fäulniß unschädlich machen, Desinfectionsmittel. Sie wirken giftig auf diejenigen mikroskopischen Thier- und Pflanzenwesen, welche Gährung und Fäulniß im todten und Krankheiten im lebenden Körper erregen. Unter den organischen Säuren wirken antiseptisch: die Carbolsäure, die Salicylsäure und die Benzoesäure.

a) Die Carbolsäure, Phenylsäure oder Phenol, $C_6H_6O$, findet sich in einigen thierischen Absonderungen (z. B. Bibergeil) und bildet sich bei der trockenen Destillation organischer Stoffe, ist daher auch ein Bestandtheil des Steinkohlentheers, aus dem sie im Großen dargestellt wird. Sie krystallisirt in langen farblosen Nadeln, die an der Luft in eine ölartige Flüssigkeit zerfließen; sie besitzt einen brennenden Geschmack und einen starken Rauchgeruch, löst sich schwer in Wasser, leicht in Alcohol und Aether und ist giftig. Die Lösung fällt Leim und wirkt gerinnend auf die Eiweißstoffe. Für Pflanzen und Thiere ist die Carbolsäure ein heftiges Gift, wirkt aber in hohem Grade fäulnißwidrig und findet deshalb als vortreffliches Desinfectionsmittel sowie in der Chirurgie als antiseptisches Verbandmittel vielfache Anwendung. — b) Die Salicylsäure, $C_7H_6O_3$, ist eine in farblosen, durchsichtigen Nadeln krystallisirende, bei 156° C. schmelzende, geruchlose Säure, welche in den Blüthen der Spiräen sowie im ätherischen Oele der Gaultheria procumbens, einer zur Familie der Ericaceen gehörenden nordamerikanischen Pflanze, vorkommt und künstlich im Großen durch Eindampfen von Carbolsäure mit Aetznatron und nachfolgendes Behandeln mit Kohlensäure dargestellt wird. Die Salicylsäure wirkt gleichfalls stark fäulnißwidrig, ist der Gesundheit nicht nachtheilig und wird zur Conservirung von Getränken und Nahrungsmitteln, sowie als antiseptisches und antipyretisches (fieberwidriges) Heilmittel mit großem Nutzen verwandt. — c) Die Benzoesäure, $C_7H_6O_2$, findet sich im Benzoeharz, im Drachenblut, Styrax und anderen Harzen und Balsamen, bildet farb- und geruchlose, schwach sauer schmeckende Nadeln und wirkt ebenfalls fäulnißwidrig. Innerlich eingenommen, wird sie durch den Harn als Hippursäure ausgeschieden.

Aehnlich wie die genannten antiseptischen Säuren wirkt ein im Arom eines bekannten Küchenkrautes, des Thymians, enthaltener wohlriechender Stoff, das Thymol oder der Thymiankampher, $C_{10}H_{14}O$, und wird deshalb zu Mund- und Verbandwässern benutzt. Auch das bei Einwirkung von Jod und Kalilauge auf organische Substanzen entstehende Jodoform besitzt hervorragende antiseptische Eigenschaften.

## Stickstoffhaltige organische Verbindungen.

### a) Eiweißstoffe, Albuminate.

Die **Eiweißkörper** (von den Chemikern früher auch Proteïnstoffe genannt) gehören zu den höchst zusammengesetzten organischen Verbindungen. Alle Eiweißsubstanzen, deren chemische Untersuchung wegen der sehr complicirten Zusammensetzung äußerst schwierig ist, bestehen aus den Elementen Kohlenstoff (50—55%), Wasserstoff (gegen 7%), Sauerstoff (23—24%), Stickstoff (15—18%) und Schwefel (0,4—1,5%), manche enthalten auch noch Phosphor und Eisen. Die eiweißartigen Stoffe finden sich sowohl im Pflanzenreiche, wie im Thierreiche theils gelöst, theils in den verschiedensten Graden der Quellung, festweich und organisirt als Bestandtheil der Gewebe. Während aber im Pflanzenkörper die Kohlenhydrate an Masse vorherrschen, bilden die Eiweißkörper die vorherrschenden Bestandtheile des thierischen Körpers, weshalb sie auch Blut- oder Gewebsbildner genannt werden. Für jede Eiweißver-

bindung der Pflanzenwelt ist auch eine entsprechende des Thierreichs vorhanden und es steht fest, daß die Pflanzen alle diese Stoffe aus Ammoniak und salpetersauren Salzen bereiten, während die Thiere und Menschen ihre Eiweißstoffe nur aus pflanzlichem und thierischem Eiweiß (welches als Nahrungsmittel aufgenommen und durch die Verdauung zur Aufnahme in das Blut geschickt gemacht wird) zu bilden vermögen. Alles thierische Eiweiß stammt somit in letzter Instanz von pflanzlichen Eiweißsubstanzen ab. Alle Eiweißkörper stimmen mit einander darin überein, daß sie nicht krystallisirbar sind, sowie durch Hitze (Kochen), Mineralsäuren und anhaltende Einwirkung des Alcohols in eine unlösliche Modification übergeführt (coagulirt) werden. Der saure Magensaft veranlaßt in der Wärme ihre langsame Auflösung. Alle eiweißartigen Körper gehen leicht in Fäulniß und Verwesung über, wobei sie sich schließlich in Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und einige Mineralsalze auflösen. Im thierischen und menschlichen Körper finden sich verschiedene Eiweißstoffe:

1) Das **Eiweiß**, der **Eiweißstoff** oder das **Albumin** findet sich in aufgelöstem Zustande in großer Menge im Blute, im Speisesaft und der Lymphe, im Safte des Fleisches und des Bindegewebes, in dem Weißen des Vogeleies und in größerer oder geringerer Menge in allen Pflanzensäften. Es gerinnt in der Siedehitze, als weiße flockige Masse (geronnenes Eiweiß), die nun im Wasser nicht mehr löslich ist. Beim Gerinnen hüllt es andere Stoffe, die in jenen Flüssigkeiten enthalten sind, ein, und entzieht sie denselben, weshalb alle eiweißhaltigen Stoffe zum Klären trüber Flüssigkeiten dienen.

2) Der **Faserstoff**, das **Fibrin** ist eine aus dem Blute und anderen thierischen Flüssigkeiten sich in Gestalt eines weißlichen, aus mikroskopischen Fasern bestehenden Gerinnsels ausscheidende Eiweißsubstanz, welche nicht fertig gebildet im Blute vorhanden ist, sondern erst durch die gegenseitige Einwirkung zweier gelöster Eiweißkörper, der sogen. fibrinoplastischen und fibrinogenen Substanz, entsteht. Durch Erhitzen gerinnt der Faserstoff. — Der Pflanzenfaserstoff, das Pflanzenfibrin, bildet in Verbindung mit Pflanzenleim (Kleber) einen Hauptbestandtheil aller Getreidesamen.

3) Der **Käsestoff**, das Casein, ein Kalialbuminat, d. i. die Verbindung eines Eiweißkörpers mit Kali, findet sich hauptsächlich in der Milch und zwar im aufgelösten Zustande, wird aber aus dieser beim Sauerwerden als feste Substanz ausgeschieden. Der Käsestoff ist im Wasser unlöslich; seine Löslichkeit in der Milch ist nur durch die Gegenwart von Kali bedingt. Vom Eiweiß unterscheidet sich der Käsestoff dadurch, daß er durch die Siedehitze nicht plötzlich wie das Eiweiß, sondern allmählich zum Gerinnen gebracht wird (auf der kochenden Milch ein Häutchen bildend). Augenblicklich gerinnt jedoch der Käsestoff, wenn man der erwärmten Milch einige Tropfen Säure oder etwas Laabmagen zusetzt. — Der **Pflanzenkäsestoff**, das Pflanzencasein, Legumin, welches dem Käsestoff der Milch entspricht, findet sich in den Hülsenfrüchten; auch kommt in vielen ölreichen Samen (besonders in den Mandeln und Nüssen) ein dem Legumin ähnlicher Stoff als Emulsin oder Synaptase vor. Wie der thierische Käsestoff wird auch das Legumin durch Säuren zum Gerinnen gebracht.

4) Das Myosin (Muskelfibrin), der Hauptbestandtheil der Muskeln, ist diejenige Substanz, durch deren Gerinnung in den Muskelfasern die Todtenstarre erzeugt wird.

5) Das Syntonin der Muskeln, ein Säurealbuminat, d. i. die Verbindung einer Säure mit Eiweiß.

6) Globulin, 7) Paraglobulin und 8) Krystallin sind wenig von einander verschiedene Eiweißkörper. Sie finden sich im Blute, Speisesaft, Eiter und in der Krystalllinse des Auges (Krystallin).

b) **Körper, die noch höher zusammengesetzt sind als die Eiweißstoffe.** Sie sind krystallisirbar und liefern bei ihrer Zersetzung Eiweißkörper.

1) Das **Haemoglobin** (Haemoglobulin, Haematoglobulin oder Haematokrystallin), der Hauptbestandtheil der rothen Blutkörperchen, welcher je nach den verschiedenen Blutarten verschieden krystallisirt. Es besteht aus einem den Globulinen nahestehenden Eiweißkörper und einem eisenhaltigen Farbstoff, Haematin.

2) Das **Vitellin**, ein phosphorhaltiger organischer Körper von höchster Zusammensetzung, welcher sich im Eidotter findet. Bei seiner Zersetzung bildet es Lecithin und Eiweiß. Das erstere findet sich in complicirten Verbindungen in der Nervensubstanz, Blut, Eidotter u. s. w. und bildet bei seiner Zersetzung Neurin.

### c) Albuminoide.

Bei der rückschreitenden Umwandlung, welche die Eiweißkörper im Organismus erleiden, bildet sich eine Gruppe von organischen Verbindungen, die den Eiweißsubstanzen in chemischer Beziehung noch nahe stehen (einige enthalten keinen Schwefel mehr). Bei ihrer Zersetzung liefern sie dieselben Producte wie die Eiweißstoffe.

1) Der **Schleimstoff**, das **Mucin**, findet sich in den Absonderungen der Schleimhäute. Er verleiht den Flüssigkeiten, in denen er auch nur in geringer Menge aufgelöst ist, eine zähe, klebrige und fadenziehende Consistenz.

2) Der **Hornstoff, Keratin.** Aus ihm bestehen die Horngewebe (Hornschicht der Oberhaut, Nägel, Haare, Hörner, Federn).

3) Die **leimgebende Substanz, Collagen**, enthält kleine Mengen Schwefel. Sie wird durch Kochen mit Wasser in Leim, Glutin oder Knochenleim verwandelt, der sich in kochendem Wasser schleimig löst, in kaltem aber zu einer Gallerte erstarrt. Man erhält ihn aus Knochen, Sehnen, Häuten und Bindegeweben durch längeres Kochen mit Wasser. Der reinste Leim wird durch das Auflösen der inneren Haut der Schwimmblase der Hausen oder Störe gewonnen und im getrockneten Zustand Hausenblase genannt.

4) Die **chondrigene Substanz** schließt sich an die leimgebende an und wird gleichfalls beim Kochen mit Wasser in Leim verwandelt, der beim Erkalten gallertartig gerinnt. Dieser Leim, welcher sich nur wenig von dem Knochenleim unterscheidet, wird Knorpelleim, Chondrin, genannt, weil er hauptsächlich durch Kochen der Knorpel gewonnen wird.

### d) Organische Basen oder Alkaloïde.

Von einzelnen Pflanzen und Pflanzenstoffen, wie Schierling, Chinarinde, Opium u. a. ist es längst bekannt, daß sie sehr heftige Wirkungen auf den thierischen Körper ausüben. Den Chemikern ist es gelungen, die wirksamen Bestandtheile derartiger Pflanzen auszuziehen und nachzuweisen, daß diese Stoffe sich wie Basen verhalten und namentlich den Alkalien entsprechen, weshalb man sie auch Alkaloïde nannte. Ihre Lösungen reagiren wie die der unorganischen Basen alkalisch und bläuen geröthetes Lakmuspapier und wie diese bilden sie mit Säuren Salze. Die Alkaloïde sind farb- und geruchlos und haben meist einen auffallend bitteren Geschmack. Im Wasser sind sie schwer löslich, leicht löslich aber im Alcohol; aus ihren Lösungen werden sie durch Gerbsäure gefällt. Sämmtliche organischen Basen bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff, die nicht flüchtigen außerdem auch noch aus Sauerstoff. Die verschiedenen organischen Basen üben einen größeren oder geringeren Einfluß auf das Nervensystem, die Muskeln und die Blutcirculation aus. Während die in der Fleischbrühe, im Kaffee, Thee und der Chocolade enthaltenen Alkaloïde bei mäßigem Gebrauche dieser Genußmittel unschädliche

Erregungsmittel sind, wirken andere Alkaloïde tödtlich. Eine Mittelstellung nimmt das als Arzneimittel geschätzte Chinin ein. Eine Anzahl Alkaloide (Chinin, Morphin, Strychnin u. s. w.) dienen als wirksame Heilmittel. Im Thierreiche kennt man nur wenige Alkaloïde. — Hier sollen nur diejenigen Alkaloïde kurz besprochen werden, welche für den Menschen größere Wichtigkeit besitzen, sei es als Arznei, oder als Bestandtheile wichtiger Genuß und Nahrungsmittel oder als Zersetzungsproducte des eigenen Körpers.

## I. Pflanzliche Alkaloïde oder Pflanzenbasen.

1) **Chinin** und Cinchonin, $C_{20}H_{24}N_2O_2$, finden sich an Chinasäure gebunden in den Chinarinden, welche bis zu 3 Procent Chinin enthalten. Das Chinin bildet farb- und geruchlose, intensiv bitter schmeckende Nadeln, und dient als fieberwidriges Heilmittel, namentlich gegen Wechselfieber, sowie als stärkende, Appetit und Verdauung anregende Arznei.

2) **Morphin** oder **Morphium**, $C_{17}H_{19}NO_3$, das wichtigste Alkaloïd des Opiums, ist in kleineren Gaben eines der wirksamsten (krampf- und schmerzstillenden) Arzneimittel, in größerer Dosis wirkt es giftig. Das Opium, der eingetrocknete Milchsaft der noch grünen Mohnköpfe (Papaver somniferum), ist eine harte, schmutzigbraune Masse von betäubendem Geruche und anhaltend bitterem Geschmacke, die aus dem Orient, der Türkei und Aegypten in den Handel kommt. Es finden sich im Opium 13 Alkaloïde, aber nur Morphium (10 Procent) und Narcotin in größerer Menge.

3) **Caffeïn, Theïn,** $C_8H_{10}N_4O_2$, ist eine sehr schwache Base, welche sich in den Kaffeebohnen, dem chinesischen Thee, dem Paraguay- oder Maté-Thee und der Guarana, einem südamerikanischen Heilmittel, findet. Ein nahverwandter Körper, das **Theobromin,** $C_7H_8N_4O_2$, kommt in den Cacaobohnen vor. Das Caffeïn und Theobromin erhöhen die Thätigkeit des Herzens und des Centralnervensystems.

4) Das **Nicotin,** $C_{10}H_{14}N_2$, eine flüchtige Base, welche sich in den Blättern des Tabaks findet, ist ein farbloses Oel von betäubendem Tabaksgeruch. Ordinärer Tabak enthält davon 7—8, Habana-Tabak durchschnittlich 2 Procent. Nicotin ist eins der heftigsten Gifte.

5) Das giftige Solanin, $C_{43}H_{71}NO_{16}$, findet sich in verschiedenen Nachtschattengewächsen, besonders in den Keimen der Kartoffeln.

6) Das sehr giftige Coniin, $C_8H_{15}N$, im Schierling (der mitunter mit Petersilie verwechselt wird.)

7) Das Strychnin, $C_{21}H_{22}N_2O_2$, in den Samen der Strychnosarten (Krähenaugen und Ignatiusbohnen), im Pfeilgifte. Es gehört zu den tödtlichsten Giften.

## II. Thierische Alkaloïde.

1) **Harnstoff,** $CH_4N_2O$, der Hauptbestandtheil im Harne aller Säugethiere, der Vögel und Reptilien, ist ein Zersetzungsproduct des thierischen Stoffwechsels. Die Hauptmasse des durch die Lebensthätigkeit abgenutzten Stickstoffs verläßt den Körper in der Form des Harnstoffs im Harn. Er bildet farb- und geruchlose, salpeterähnliche Krystalle und zerfällt leicht in Wasser, Kohlensäure und Ammoniak.

2) Das **Kreatin** und **Kreatinin** (Fleischstoff). Das Kreatin, $C_4H_9N_3O_2$, eine schwache Base, ist im Muskelfleisch, Gehirn, Blut, Harn ꝛc. enthalten und entsteht, wie der Harnstoff, durch die Abnutzung (Verbrennung, Oxydation) der stickstoffhaltigen (eiweißhaltigen) Körperbestandtheile. Das Kreatinin, $C_4H_7N_3O$, ist eine kräftige, krystallisirbare Base, welche in reichlicher Menge im Harn, in geringerer Menge auch im Fleische vorkommt. Es entsteht auch durch Zersetzung des Kreatins. An der nervenbelebenden Wirkung

der Fleischbrühe betheiligen sich (neben Milchsäure, phosphorsaurem Kali 2c.) das Kreatin und Kreatinin, sowie zwei andere organische Basen, das Carnin und das Hypoxanthin. In mäßigen Mengen üben diese Stoffe eine nervenbelebende Wirkung aus; in größeren Mengen setzen sie aber die Nervenerregbarkeit herab und wirken ermüdend; übermäßig große Gaben wirken wie Gifte.

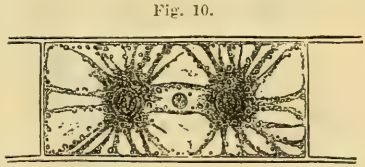
### e) Stickstoffhaltige organische Säuren.

1) Die Harnsäure, $C_5H_4N_4O_3$, ein Bestandtheil des Harns, ist wie der Harnstoff ein Zersetzungsproduct der stickstoffhaltigen Gewebe. Sie findet sich in geringen Mengen im Harn des Menschen und der Säugethiere, in größerer Menge in dem Harn der Vögel, Amphibien und Insekten. Außerdem kommt sie vor im Blute der Gichtkranken, in den Gichtknoten und Harnsteinen, in dem Bodensatz des Harns (besonders bei Fieberkranken). — 2) Die Gallensäuren. Die Galle enthält die Natronsalze zweier stickstoffhaltigen Säuren, der schwefelfreien Glykocholsäure, $C_{26}H_{43}NO_6$, und der schwefelhaltigen Taurocholsäure, $C_{26}H_{45}NSO_7$. Sie ertheilen der Galle den intensiv bitteren Geschmack.

## Organische Farbstoffe oder Chromogene.

1) Das Chlorophyll oder Blattgrün verleiht der gesammten Pflanzenwelt ihre grüne Farbe. Seine chemische Natur ist noch unbekannt; nach neueren Forschungen ist es ein einheitliches chemisches Individuum, welches sich in zwei Farbstoffe spalten läßt. Der gelbe Farbstoff, der sich hierbei bildet, nicht aber ursprünglich vorhanden ist, heißt Xanthin, der grüne Chlorin. Das Chlorophyll ist immer an das Protoplasma der Pflanzenzelle gebunden, jeder Chlorophyllkörper besteht daher mindestens aus zwei Stoffen, dem Farbstoff (Chlorophyll) und dem eiweißstoffigen Träger desselben, dem Protoplasma; wird der Farbstoff ausgezogen (durch Aether oder Chloroform), so bleibt das Protoplasma farblos zurück. Die Chlorophyllkörper entstehen in den jungen Pflanzenzellen durch Sonderung des Protoplasmas in farblose und in ergrünende, sich scharf abgrenzende Portionen. Die so entstandenen Chlorophyllkörper bleiben in dem farblosen Protoplasma eingebettet, wie ein Zellkern; sie sind allseitig von dem farblosen Protoplasma umhüllt. Die Chlorophyllkörper wachsen und wenn sie rundliche Formen besitzen, so können sie sich durch Theilung vermehren. Die schwach grün gefärbten Chlorophyllkörper erscheinen bei verschiedenen Algen als bandförmige, spiralig gewundene oder auch sternartige Gebilde innerhalb der Zellen (s. Fig. 10). Bei den Moosen und Gefäßpflanzen sind die Chlorophyllkörper aber rundliche oder linsenartig abgeplattete Kügelchen; gewöhnlich sind sehr viele in einer Zelle, zuweilen jedoch nur einige verhältnißmäßig große (s. Fig. 11).

Fig. 10.



Eine Zelle von dem gekreuzten Jochfaden (Zygnema cruciatum) mit zwei sternförmigen Chlorophyllkörpern, welche im Innern der Zelle schweben; sie sind durch eine farblose Protoplasma-Brücke verbunden, in welcher ein Zellkern liegt. In jedem der beiden Chlorophyllkörper liegt ein großes Stärkekorn. Nach Sachs.

In der ursprünglich gleichartigen Masse der Chlorophyllkörper entstehen als Punkte bald Stärkekörner, die sich nach und nach vergrößern und

schließlich den Raum des Chlorophyllkorns so ausfüllen, daß die grüne Substanz nur noch einen feinen Ueberzug auf dem Stärkekorn bildet. Früher oder später werden die Chlorophyllkörper wieder aufgelöst. Wenn sich z. B. im Herbst die Blätter unserer Bäume und Sträucher zum Abfallen vorbereiten, so wird aus ihren Zellen die ganze Protoplasmamasse und mit ihr der Chlorophyllkörper aufgelöst und in die überwinternden (perennirenden) Theile der Pflanzen übergeführt. Schließlich bleiben in den Zellen neben Wasser und Krystallen gelbe glänzende Körnchen zurück, zu welchen bei rothen abfallenden Blättern noch ein rother Saft kommt.

Fig. 11.

Chlorophyllkörner von dem gemeinen Drehmoos (Funaria hygrometrica). A. Zellen eines ausgewachsenen Blattes von der Fläche gesehen; die wandständigen Chlorophyllkörner liegen in einer Protoplasmaschicht und umschließen weiß gelassene Stärkekörnchen. B. Einzelne Chlorophyllkörner mit ihren Stärkeeinschlüssen: a. ein junges, b. ein älteres, b' und b'' in Theilung begriffen, c, d, e. alte Chlorophyllkörner, deren Stärkeeinschlüsse den Raum des Chlorophylls einnehmen; f. ein junges, in Wasser aufgequollenes Chlorophyllkorn; g. dasselbe nach längerer Einwirkung des Wassers; das Chlorophyll ist zerstört, die Stärkeeinschlüsse zurückgeblieben. Nach Sachs.

Die grüne Farbe des Chlorophylls wird zuweilen verdeckt: durch einen rothen Saft, welchen die chlorophyllhaltigen Zellen enthalten, durch eine mit rothem Saft versehene Oberhaut. Mitunter (bei Algen und Flechten) enthält aber auch der Chlorophyllkörper neben dem grünen Farbstoff einen rothen, blauen oder gelben Stoff und erscheint dann spangrün, braun, roth oder ledergelb. Die Träger des gelben Farbstoffs, welchen viele Blumen ihre gelbe Farbe verdanken, stehen den Chlorophyllkörnern nahe; entfernter verwandt sind ihm die zuweilen vorkommenden blauen, braunen und violetten Körper, obgleich auch sie eine eiweißstoffige Grundlage haben. Das Entstehen und Verschwinden der Chlorophyllkörper und der in ihnen entstehenden Gebilde (Stärkekörner, Oeltröpfchen) hängt hauptsächlich von der Beleuchtung (Licht) und Temperatur ab. Im Finstern wachsende Organe (Kartoffelkeime, Blätter) erzeugen zwar eine Art Chlorophyllkörner, aber diesen fehlt der grüne Farbstoff, weshalb sie gelb erscheinen. Insbesondere für die Stärkebildung ist das Licht ganz unentbehrlich, da im Finstern Stärkebildung nicht eintritt oder, wenn sie bereits im Lichte begonnen hatte, durch Entziehung desselben sofort unterbrochen wird. Nach neueren Untersuchungen werden die vom Lichte abhängenden chemischen Vorgänge in der Pflanze, das Ergrünen des Chlorophylls, die Bildung von Stärke, nicht, wie man bisher angenommen hatte, unter dem Einfluß der stark brechbaren (blau, violett und ultraviolett), der sogen. chemischen Lichtstrahlen, sondern vorwiegend oder allein durch Strahlen mittlerer und niederer Brechbarkeit (roth, orange, gelb, grün) hervorgerufen.

Die Fähigkeit des Chlorophyllkörpers, Stärke zu erzeugen, erklärt sich daraus, daß die lebende Pflanze, wie Mensch und Thier, atmosphärische Luft einathmet. Unter Mitwirkung des Lichtes zersetzt nun das Chlorophyll die in der Luft enthaltene Kohlensäure in ihre Bestandtheile: Kohlenstoff und Sauerstoff, ebenso das von der Pflanzenwurzel aufgenommene Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff. Aus diesen Elementen bildet sie Stärke, den Baustoff ihres Leibes, und athmet den überschüssigen Sauerstoff aus. Aller Kohlenstoff der chlorophyllhaltigen Pflanzen stammt somit ausschließlich aus der Atmosphäre. Auf diese Weise verzehrt die Pflanzenwelt die von den Thieren und Menschen ausgeathmete Kohlensäure und führt der Atmosphäre immer wieder von Neuem Sauerstoff oder Lebensluft zu. Den chlorophyllfreien Pflanzen, den Pilzen, geht die Fähigkeit ab, aus unorganischem Stoff organische Stoffe zu bilden. Sie wachsen deshalb auf organischen Substanzen (abgefallenen Baumblättern, Dünger, faulenden Stämmen u. dergl.) und gehen nach Verbrauch ihrer Reservestoffe zu Grunde, wenn man sie in einen Boden versetzt, der keine organischen Stoffe enthält.

Da nun die Thiere und Menschen so wenig wie die Pilze organischen Stoff zu erzeugen vermögen, so müssen sie ihren Bedarf an organischen Substanzen direct (Pflanzenfresser) oder indirect (Fleischfresser) von den Pflanzen beziehen. Demnach hat das Blattgrün eine ebenso hervorragende Bedeutung für Mensch und Thier wie für die Pflanzenwelt.

2) Das **Hämatin**, der sich von dem Blutfarbstoff, dem Hämoglobin, abspaltende Farbstoff (s. S. 59). Aus Lösungen in starker Essigsäure krystallisirt das Hämatin meist in rhombischen Krystallen, Häminkrystalle, welche zum gerichtlich-chemischen Nachweis des Blutes dienen.

3) Die Gallenfarbstoffe (Bilirubin, Biliverdin, Bilifuscin u. s. w.); 4) die Harnfarbstoffe (Indican und Urohämatin) und 5) das Melanin oder der schwarze eisenhaltige Farbstoff (Pigment), welcher sich in der schwarzen Augenhaut, in der Haut dunkelgefärbter Völker, an dunkleren Hautstellen der Europäer, in den Haaren und in den Lungen findet. Diese Farbstoffe sind meist krystallisirbar und stammen wahrscheinlich sämmtlich von dem Hämatin ab.

## Zersetzung organischer Substanzen.

Die organischen Substanzen unterliegen sehr leicht der Zersetzung, die sich aber bei den verschiedenen Stoffen und nach Art der einleitenden Ursachen sehr verschieden gestalten kann. Ehe die vollständige Auflösung organischer Substanzen in die Endproducte der Zersetzung, in Wasser, Kohlensäure, Ammoniak und einige Mineralsalze zu Stande kommt, können sehr mannigfaltige Zwischenproducte auftreten, von denen einige nutzbar sind. Solche Substanzen sind z. B. Alcohol (Weingeist), Essig, Kohle, Torf, Dammerde u. s. w. Die organischen Verbindungen werden zersetzt durch: Gährung (die verschiedenen Gährungen stickstoffloser Substanzen, Fäulniß, Verwesung), Einwirkung erhöhter Temperatur (Verbrennung, trockene Destillation), Einwirkung

unorganischer Körper. Für unsere Zwecke genügt die Besprechung der Gährung, Verbrennung und trockenen Destillation.

Die Gährung oder Fermentation wird durch sogenannte Gährungserreger oder Fermente eingeleitet und wahrscheinlich gehört zu jeder Art von Gährung auch eine bestimmte Art von Fermenten. Die Fermente sind lebende Organismen von unendlicher Kleinheit, die aus nur einer oder wenigen Zellen bestehen; ihre überall in der Luft schwebenden Keime machen einen Theil der Sonnenstäubchen aus, welche man wahrnimmt, wenn man einige Sonnenstrahlen in ein dunkles Zimmer fallen läßt. Die Entscheidung, ob diese niederen Zellorganismen dem Thier- oder Pflanzenreiche angehören, ist schwierig; so viel scheint aber fest zu stehen, daß die wichtigste Rolle bei den Zersetzungsprocessen niedere Formen von Pilzen (insbesondere Hefepilze, Schimmelpilze) und Spaltpilze oder Schizomyceten (Vibrionen, Monaden und Bacterien) spielen. Die zersetzende Wirkung dieser mikroskopischen Pilze beruht darauf, daß sie aus der betreffenden organischen Verbindung kleine Mengen bestimmter Elemente als Nahrung aufnehmen und so die Verbindung selbst zerlegen. Bei einigen Arten von Gährung und Fäulniß ist kein Sauerstoff erforderlich, bei anderen, welche deshalb Oxydationsgährungen genannt werden, ist er nöthig. Die Gährungs- (Fäulniß-) Processe treten nicht ein, wenn man die organischen Stoffe einer Temperatur aussetzt, welche die etwa in ihnen enthaltenen Keime niederer Organismen tödtet (meist genügt die Siedehitze des Wassers, nur das Ferment der Milch verlangt eine höhere Temperatur) und sie alsdann so verwahrt, daß sie mit der Luft entweder gar nicht in Berührung kommen, oder doch nur mit solcher Luft, deren organische Keime entweder entfernt (durch desinficirte Baumwolle filtrirt) oder durch Glühhitze zerstört worden sind.

Ebensowenig können organische Substanzen der Gährung und Fäulniß unterliegen, wenn sie vollständig ausgetrocknet oder dem Gefrieren ausgesetzt werden, weil unter diesen Bedingungen überhaupt kein Leben möglich ist. Das Austrocknen geschieht entweder, indem man die organische Substanz einer hohen Temperatur aussetzt, oder dieselbe mit Stoffen zusammenbringt, die wasserentziehend wirken, wie der Alcohol, Zucker (Einkochen der Früchte) und verschiedene Salze. Alle sogen. antiseptischen, fäulnißwidrigen Mittel (Kochsalz, Alcohol, Kreosot, Carbolsäure, Salicylsäure, Thymol, Borsäure, schwefelige Säure, viele Metallsalze, arsenige Säure, Kalkwasser, Tannin u. a.) verhalten sich gleichzeitig auch feindselig gegen die Fermente. Das Bedecken mit Oel, Fett, Asche, Kleie, Paraffin, Gelatine u. s. w. wirkt, wie das Bedecken mit Watte, dadurch, daß diese Substanzen die in der Luft enthaltenen Keime der Fermente nicht durchtreten lassen. Auf der Anwendung dieser Mittel beruhen die verschiedenen Methoden, Nahrungsmittel jahrelang zu conserviren.

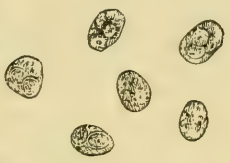
1) Die weinige oder geistige Gährung, Alcoholgährung, kommt nur bei Wärme (12—15° C.) unter Zusatz von Hefe (Hefepilzen) in einer Flüssigkeit zu Stande, welche gährungsfähigen Zucker (Traubenzucker, Fruchtzucker, Lactose, s. S. 52) enthält. Ist keine Hefe vorhanden, so ist zur Einleitung der Gährung atmosphärische Luft erforderlich, weil diese neben anderen niedrigen Organismen auch Keime der Hefe enthält. Die ausgepreßten Säfte der süßen Früchte (Most, Fruchtsäfte) gerathen auch ohne Hefezusatz in Gährung, weil sich auf den Schalen der Früchte Keime und Sporen der Hefe festgesetzt haben (Beschlag der Pflaumen, Weinbeeren u. s. w.). Solche Gährungen heißen Selbstgährungen.

Die Hefe besteht aus mikroskopisch kleinen, farblosen, protoplasmahaltigen Bläschen oder Zellen (Hefepilz, Cryptococcus), die meist perlschnurartig aneinander gereiht sind und sich durch Sprossen und Sporen vermehren. Es giebt verschiedene Arten von Hefepilzen, z. B. die Bierhefe, Branntweinhefe (Saccharomyces cerevisiae); die Weinhefe (Saccharomyces ellipsoïdeus); der Kahmpilz (Saccharomyces mycoderma) bildet die sogen Kahmhaut auf gegohrenen Flüssigkeiten, besonders Wein und Bier (Mycoderma vini und cerevisiae), wenn diese in offenen oder halbgefüllten Flaschen sich befinden. Indem sich nun die Hefepilze in der zuckerhaltigen Flüssigkeit auf Kosten des

Fig. 12.

Weinhefe (Saccharomyces ellipsoïdeus) sprossend.

Fig. 13.



Dieselbe, Sporen entwickelnd.

Fig. 14.

Dieselbe, Sporen in Keimung.

Nach Schützenberger.

Zuckers weiter entwickeln und rapid vermehren, zerfällt der Zucker ($C_6H_{12}O_6$) in Alcohol ($2C_2H_6O$) und Kohlensäure ($2CO_2$). Außerdem bilden sich kleine Mengen von Bernsteinsäure und Glycerin. Bei der geistigen Gährung trübt sich zuvörderst die Flüssigkeit, es steigen kleine Bläschen von Kohlensäure auf und die Temperatur erhöht sich, bis die Gährung vollendet ist. Die vorher trübe Flüssigkeit ist nun hell geworden und hat ihren süßen Geschmack verloren; sie schmeckt geistig (alcoholisch). Die während des Gährens sich bildende Kohlensäure entweicht und es ist deshalb gefährlich, sich in Räume zu begeben, in denen größere Mengen von Stoffen die weinige Gährung erleiden. Auf der geistigen Gährung beruht die Herstellung aller geistigen Getränke. Der Branntwein wird aus Kartoffeln, Getreide oder Rüben hergestellt, deren Stärkemehl in Zucker übergeführt wird und dann die geistige Gährung erleidet. Das Bier ist eine gegohrene und noch in schwacher Nachgährung befindliche Flüssigkeit, die aus gekeimtem Getreide (Malz) und Hopfen gewonnen wird. Der Wein entsteht durch die alcoholische Gährung aus dem zuckerhaltigen Traubensaft. Auch das Brot ist ein Product der geistigen Gährung. Die Hefe oder der Sauerteig zersetzt den im Teige vorhandenen oder durch Umwandelung der Stärke erzeugten Zucker in Alcohol und Kohlensäure. Die Kohlensäure, welche durch den Teig nicht entweichen kann, treibt den Teig auf (Gehen des

Teiges) und giebt ihm seine lockere Beschaffenheit. In der hohen Temperatur des Backofens entweichen der Alcohol und die Kohlensäure, wodurch das Brot das blasige Aussehen erlangt. — Bei der Bierbrauerei wird die Hefe (Bierhefe) als Nebenproduct gewonnen. Da die Hefe aus Bierbrauereien von dem Hopfen einen bittern Geschmack besitzt, so muß sie, um zu feineren Backwerken tauglich zu sein, entbittert werden, was durch mehrmaliges Auswaschen mit Wasser und zuletzt durch Behandeln mit Pottasche geschieht. Weil diese entbitterte Hefe durch das Auswaschen bedeutend an Kraft verloren hat, muß sie durch Gähren in einem mit Weinsäure versetzten Malzauszug regenerirt werden. Die entbitterte und getrocknete Hefe heißt Preßhefe.

Der **Alcohol**, Aethylalcohol, **Weingeist** oder **Spiritus**, $C_4H_6O$, das Ergebniß der weinigen Gährung, stellt eine farblose Flüssigkeit von brennendem Geschmacke und angenehmem kopfeinnehmenden Geruche dar, die leicht verdunstet und mit blaßblauer, wenig leuchtender Flamme zu Wasser und Kohlensäure verbrennt. Ganz wasserfreier Weingeist, welcher durch Destillation gewonnen wird, heißt absoluter (100%) Alcohol, während ein Gemenge von Alcohol und Wasser, wenn es 85—60% Alcohol enthält, Spiritus oder Weingeist und wenn es 30—50% Alcohol enthält, Branntwein genannt wird. Der Alcohol hat eine starke Anziehung zum Wasser und nimmt dasselbe sogar aus der Luft auf; Pflanzen- und Thierstoffe schützt er deshalb vor Fäulniß, weil er ihnen alles Wasser entzieht, weshalb er vielfach zum Conserviren fäulnißfähiger Substanzen benutzt wird. — Aus dem Alcohol läßt sich durch Behandlung mit Schwefelsäure Aether, Aethyloxyd oder Schwefeläther, $C_4H_{10}O$, eine erfrischend riechende, brennend schmeckende, leicht entzündliche Flüssigkeit erzeugen. Ein Gemisch von 1 Theil Aether mit 3 Theilen Alcohol ist unter dem Namen Hoffmann'sche Tropfen als belebendes Arzneimittel viel im Gebrauch.

2) Die schleimige Gährung oder Mannitgährung des Zuckers. Viele zuckerhaltige Pflanzensäfte (von Zwiebeln, Möhren, Rüben), manche Aufgüsse und Syrupe, mit Zucker versetzte Abkochungen (von Bierhefe, Reis-, Stärke- und Gerstenwasser u. s. w.), worin Zucker und stickstoffhaltige Substanzen vorkommen, gehen bei einer Temperatur von 25—30° C. unter Gasentwickelung in Gährung über; es entwickelt sich hierbei aber in der gegohrenen Flüssigkeit, welche eine schleimige, fadenziehende Beschaffenheit angenommen hat (daher der Name Schleimgährung), kein Alcohol, sondern Milchsäure. Mannit und eine dem arabischen Gummi und Dextrin ähnliche Substanz. Nach Pasteur wird die schleimige Gährung durch eine besondere Hefe veranlaßt. In jenen Flüssigkeiten, die am leichtesten in schleimige Gährung übergehen, kann es auch (nicht selten gleichzeitig mit der Mannitgährung) zu Milchsäure- und Buttersäuregährung (s. unten) kommen, die aber durch andere Hefenarten hervorgerufen werden.

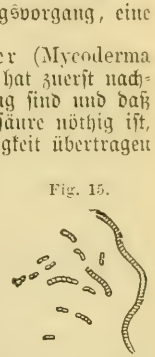
3) Die Milchsäuregährung, d. i. die Umwandelung des Milchzuckers, Traubenzuckers und solcher Substanzen, die in Traubenzucker umgesetzt werden können (Stärke) in eine syrupartige, in Wasser lösliche Säure, welche Milchsäure genannt wird. Die Milchsäuregährung erfordert eine gewisse Menge Wasser und eine Temperatur von 30—40° C. Das Sauerwerden der Milch wird dadurch hervorgerufen, daß der in ihr enthaltene Milchzucker unter dem Einflusse der Milchsäurehefe in Milchsäure umgewandelt wird. Die Zellen der Milchsäurehefe sind weit kleiner als jene der Bierhefe.

4) Die Buttersäuregährung. Die Milchsäure und diejenigen Substanzen, welche in Milchsäuregährung leicht übergehen, können unter Einwirkung sogen. Buttersäurevibrionen auch in Buttersäure übergehen. Die Buttersäuregährung läßt sich demnach als Fortsetzung der Milchsäuregährung betrachten.

5) Die Essigsäuregährung beruht auf der Umwandelung des in gegohrenen Flüssigkeiten, wie Wein, Bier u. s. w. enthaltenen Alcohols in Essigsäure. So ist es z. B. längst bekannt, daß Wein, wenn man ihn in einer offenen Flasche sich selbst überläßt, sich trübt, mit Schimmel bedeckt und sauer wird, in Weinessig übergeht, dessen Gehalt an Essigsäure von dem Alcoholgehalt des Weines abhängt. Aehnlich verhält es sich mit Bier. Die Essiggährung ist eine Oxydationsgährung (s. S. 64), denn außer der gährungsfähigen Substanz und einem Ferment ist zu ihrem Zustandekommen der Sauerstoff der Luft nothwendig. Sie ist also ein Verbrennungsvorgang, eine Oxydation, welche durch ein Ferment eingeleitet wird.

Das Ferment der Essigsäure, die sogen. Essigmutter (Mycoderma aceti), gehört zu den Bacterien (Stäbchen-Bacterien). Pasteur hat zuerst nachgewiesen, daß die Essigbacterien stete Begleiter der Essiggährung sind und daß der Sauerstoff, welcher zur Oxydation des Alcohols zu Essigsäure nöthig ist, von den Bacterien aus der Luft genommen und auf die Flüssigkeit übertragen wird. Auch bei der Schnellessigfabrikation, bei welcher man den Alcohol wiederholt über mit Essig getränkte Hobelspähne laufen läßt, sind die Essigbacterien stets zugegen, sie werden mit dem Essig übertragen; über reine Hobelspähne läuft der Alcohol unverändert ab. Die fäulnißwidrigen Substanzen, welche die Entwickelung der Alcoholgährung verzögern oder aufhalten, verhindern auch die Essiggährung. Besonders gilt dies von der schwefeligen Säure; deshalb verbrennt man in Weinfässern Schwefel. — Aehnlich wie die Essigbacterien wirkt der zu den Hefenpilzen gehörige Kahmpilz (Mycoderma vini und cerevisiae, siehe S. 65), welcher sich an der Oberfläche gegohrener alcoholhaltiger Flüssigkeiten entwickelt. Der Kahmpilz überträgt, wie das Mycoderma aceti, den Sauerstoff der Luft auf den Alcohol der Flüssigkeit und auf die anderen verbrennlichen Substanzen, führt aber nicht Essigsäuregährung, sondern vollständige Verbrennung des Alcohols zu Kohlensäure und Wasser herbei. Deshalb verlieren kahmige Weine so schnell an Kraft. Eine Temperatur von 16—30° C. befördert die Wirksamkeit des Kahmpilzes (Kaltstellen angebrochener Wein- und Bierflaschen).

Fig. 15.

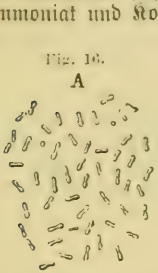


Mycoderma aceti, nach Schützenberger.

7) Die faulige Gährung oder Fäulniß ist ein freiwilliger Zersetzungsproceß der stickstoffhaltigen organischen Substanzen (Eiweißkörper), welcher sich besonders durch das Auftreten übelriechender Gase auszeichnet. Man wußte längst, daß beim Fäulnißproceß zahlreiche niedere Organismen (s. S. 64) vorhanden sind, aber bis vor Kurzem wurde bestritten, daß diese mikroskopisch kleinen Wesen die einleitende Ursache der fauligen Gährung sind. Durch eine Reihe der sorgfältigsten Versuche hat aber Pasteur festgestellt, daß bei der Fäulniß nicht nur immer unendlich kleine lebendige Wesen zugegen sind, sondern daß es niemals zu Fäulniß kommt (mögen die Substanzen auch noch so sehr veränderlicher Natur sein), wenn der Zutritt der in der Luft enthaltenen organischen Keime dadurch verhindert wird, daß die organische Substanz entweder gar nicht mit der Luft in Berührung kommt, oder doch nur mit solcher, welche man durch sehr starkes Erhitzen (Ausglühen) oder Filtriren mit Baumwolle von den Keimen der niederen Organismen vollständig befreit hat. Pasteur unterscheidet aber bei der Fäulniß zweierlei Vorgänge: die faulige Gährung und die langsame Verbrennung (Oxydation) oder Verwesung; die letztere gehört, wie schon der Name ergiebt, gleich der Essigsäuregährung zu den Oxydationsgährungen (s. S. 64). Bei der fauligen Gährung, welche durch Vibrionen (s. S. 64) zu Stande kommt, soll der Luftzutritt nicht erforderlich sein; die langsame Verbrennung oder Verwesung kommt ebenfalls durch Organismen (Bacterien: Bacterium termo, Monas

crepusculum oder Dämmerungsmonade) zu Stande, vollzieht sich aber wie die Essigsäuregährung wesentlich durch den von den Bacterien aufgenommenen Sauerstoff. Wird eine fäulnißfähige Flüssigkeit dem Luftzutritte ausgesetzt, dann treten die beiden Processe gleichzeitig ein. Die Vibrionen verwandeln die eiweißhaltigen Stoffe in einfachere, aber immer noch complicirte Körper; die Bacterien führen ihre Verbrennung herbei und erzeugen so Wasser, Ammoniak und Kohlensäure. Die Producte der fauligen Gährung sind demnach nicht so einfacher Natur, wie jene der Verwesung. Der üble Geruch rührt größtentheils von dem Schwefel her (s. Schwefelwasserstoffgas S. 47), der sich in allen Eiweißkörpern findet. Man kann die Fäulniß dadurch von organischen Körpern abhalten, daß man sie in eine Temperatur unter dem Gefrierpunkt bringt (Eiskeller, das in Sibirien im Eise gefundene Mammuth); daß man ihnen alles Wasser entzieht (Austrocknen oder die Anwendung wasserentziehender Substanzen, wie Zucker, Salz, Alcohol); daß man den Zutritt der Luft abhält (Appert's Methode; Bedecken mit Wachs, Fett, Harz, Kalk; daß man sie mit chemisch wirkenden und die Fermente unschädlich machenden Substanzen zusammenbringt (Kohle; das im Rauch und Holzessig enthaltene Kreosot, das Wirksame beim Räuchern; Carbolsäure, arsenige Säure, schwefelige Säure, Gerbstoff). Körper, welche die Fäulniß verhindern, werden Antiseptica, fäulnißwidrige Mittel genannt; diejenigen Antiseptica, welche die Producte der Fäulniß unschädlich machen, heißen Desinfectionsmittel.

Fig. 16.
A



A. Bacterium termo. Zellchen, meist in der Mitte eingeschnürt, d. h. in der Vermehrung durch Zweitheilung begriffen, 650 Mal vergrößert. Nach Cohn.

Die Verwesung oder langsame Verbrennung ist, wie bereits erwähnt, von dem Vorhandensein niederer Organismen und des Sauerstoffs abhängig. Pflanzliche wie thierische organische Substanzen unterliegen nach dem Aufhören des Lebensprocesses der Verwesung, wenn sie der Luft ausgesetzt sind. Die Producte dieses Processes sind schließlich einfache unorganische Verbindungen: Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und einige Salze. Substanzen, welche besonders reich an Kohlenstoff sind, liefern bei der Verwesung (Vermoderung) feste Producte, die sogen. Humussubstanzen, welche für den Ackerbau sehr wichtig sind (weil sie Ammoniak und Wasser aufnehmen und durch ihre dunkle Farbe den Boden erwärmen und schließlich, bei weiterer Zersetzung, den Pflanzen als Nahrung dienen). Halbverwese Substanzen nennt man vermodert (Vermoderung). Bei der Verwesung von Pflanzensubstanzen findet bisweilen eine so schnelle und heftige Sauerstoffaufnahme statt, daß es zu einer bedeutenden Wärmeentwickelung, ja bis zur Selbstentzündung kommen kann (z. B. bei feuchtem Heu und Mehl). Am längsten widerstehen der langsamen Verbrennung die nicht flüchtigen Fettsäuren (sie bilden das sogen. Fettwachs), der Pflanzenzellstoff und die aus diesem (durch Wasserentziehung) hervorgegangenen Substanzen: Humus und Torf.

Indirecte Gährungen; lösliche Fermente. Außer den durch lebende Organismen verursachten wahren oder directen Gährungen giebt es noch Zersetzungsprocesse, die nicht durch lebende Organismen, sondern durch stickstoffhaltige, lösliche Substanzen hervorgerufen werden, die innerhalb lebender Organismen entstehen. Man bezeichnet diese Art Gährungserreger als lösliche Fermente und die von ihnen hervorgerufenen Gährungen als indirecte Gährungen. Hierher gehören: 1) die Stärke in Zucker umsetzenden Fermente, die sogen. Diastasen, welche sich ebenso in den thierischen Organismen (im Mund- und Bauchspeichel, in der Leber), wie in den pflanz-

lichen Geweben (gekeimte Gerste und Kartoffeln) finden. 2) Das emulgirende und verseifende Ferment im Bauchspeichel, welches die Eigenschaft besitzt, die Fette in eine milchartige Flüssigkeit umzuwandeln (in welcher das Fett, in Tröpfchenform vertheilt, suspendirt ist), zu emulgiren, dann theilweise in Glycerin und Fettsäuren zu spalten und die letzteren zu verseifen. Aehnlich wirkende Körper kommen auch im Pflanzenreiche vor. Werden ölhaltige Samen mit Wasser gerieben, so entsteht eine milchähnliche Flüssigkeit, Emulsion, worin alsbald Glycerin und freie Fettsäuren auftreten. Hierher gehört das Emulsin der Mandeln (Mandelmilch). 3) Eiweißumwandelnde Fermente im Magensaft als Pepsin, im Bauchspeichel und im Darmsaft. Sie bewirken eine Umwandelung der Eiweißkörper, welche dieselben zur Aufnahme in das Blut geschickt macht. 4) Pectose in Pectin (s. S. 53) umwandelndes, die Pectingährung bewirkendes Ferment. Die Pectingährung tritt bei 35° C. ein; sie spielt eine große Rolle beim Teigigwerden der reifen Früchte und bei der Anfertigung von Pflanzengallerten.

Zersetzung organischer Substanzen durch Wärme. Je nach dem Grade der Wärme und der Zusammensetzung der organischen Verbindungen sind auch die Producte verschieden, welche durch die Einwirkung der Wärme auf organische Substanzen entstehen. In der Hitze zersetzen sich fast alle organischen Verbindungen und scheiden Kohlenstoff aus. Die Zersetzung der organischen Substanz durch die Wärme geschieht entweder unter Mitwirkung des Sauerstoffs, d. i. Verbrennung, oder ohne Mitwirkung des Sauerstoffs, d. i. trockene Destillation.

Die Verbrennung, welche eine vollständige oder eine unvollständige (Verkohlung) sein kann und entweder unter Wärmeentwickelung allein oder unter Entwickelung von Wärme und von Licht vor sich geht, kann nur bei Zutritt atmosphärischer Luft zu Stande kommen, weil sich hierbei der Sauerstoff derselben mit den verbrennlichen Elementen, vorzugsweise mit dem Kohlenstoffe und Wasserstoffe der organischen Substanzen, verbinden muß. Ein verbrannter Körper ist demnach ein oxydirter Körper. Die unorganischen Stoffe, welche sich hierbei bilden (die Producte der Verbrennung), sind hauptsächlich: Kohlensäure und Wasser, welche in die Luft entweichen, während die unorganischen festen, unverbrennlichen Stoffe als Asche zurückbleiben. Nach der verschiedenen Zusammensetzung des verbrannten organischen Körpers wird natürlich auch die Asche verschieden zusammengesetzt sein müssen. Ebenso ist der Wärmegrad beim Verbrennen verschiedener Stoffe ein sehr verschiedener. Während manche Substanzen die Eigenschaft haben, nur bei höherer Temperatur sich mit Sauerstoff verbinden zu können, entzünden sich manche schon bei gewöhnlicher Temperatur (z. B. höchst fein zertheiltes metallisches Eisen), d. i. Selbstzünder oder Pyrophore. Manche verbrennen nur unter Erglühen, andere unter Dampf-, Gas- und Lichterscheinungen.

Die trockene Destillation, der das Holz, der Torf, die Braun- und Steinkohle, thierische Stoffe u. s. w. unterworfen werden können, liefert sehr verschiedene Producte. Stickstoffhaltige Substanzen liefern stets ammoniakhaltige, stickstofffreie Substanzen stets saure Substanzen. Hier sollen nur einige wenige Producte der trockenen Destillation genannt werden. Die trockene Destillation des Holzes liefert neben Kohlensäure, Leucht- und Grubengas, Kohle hauptsächlich Essigsäure (Holzessig), Holzgeist und einen kreosothaltigen Theer. Das fäulnißwidrig wirkende Kreosot, das Wirksame im Rauche und Holzessig, wird aus diesem Theer abdestillirt. Torf und Braunkohle liefern Paraffin, Solaröl, Photogen u. s. w. Steinkohle liefert Coaks, Leuchtgas, Ammoniak und Theer. Thierische Substanzen liefern, neben unangenehm riechenden Gasen und Theerölen, eine wässerige Flüssigkeit, die reich an Ammoniakverbindungen ist.

# Der Kreislauf des Stoffes.

Die 15 Grundstoffe, welche wir als die letzten chemischen Bestandtheile des Thier- und Pflanzenkörpers kennen lernten, befinden sich, wie bereits mehrfach erwähnt, in einem fortwährenden, in sich geschlossenen Kreislauf, der alle lebenden Wesen innig und untrennbar mit einander verknüpft. Durch die Fäulniß, Verwesung und Verbrennung zerfallen die Organismen schließlich in einige unorganische Verbindungen, in Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Mineralsalze, in denen sich alle diejenigen Elemente nachweisen lassen, die den lebenden Thier- und Pflanzenkörper zusammensetzen. Die Bestandtheile der Thiere und Pflanzen werden auf diese Weise zu Bestandtheilen des Wassers, der Luft und des Erdbodens; Wasser, Luft und Erde liefern sodann der Pflanze das Material zum Aufbau ihres Leibes und die Pflanze dient (direct oder indirect) zur Nahrung der Thiere und des Menschen, die nach ihrem Tode wieder in die genannten unorganischen Verbindungen zerfallen. Die Pflanze besteht aus Wasser, einigen unverbrennlichen unorganischen Stoffen, Salzen (die beim Verbrennen als Asche zurückbleiben), und aus verbrennlichen oder organischen Verbindungen. Die Salze und das Wasser entnimmt die Pflanze dem Boden; die organischen Verbindungen dagegen muß sie erst innerhalb ihres Leibes aus den unorganischen Stoffen bilden, denn in keinen der Medien, mit welchen die Pflanze in Berührung kommt und in Wechselwirkung tritt, weder in der Luft noch im Wasser, noch in der Erdrinde finden sich organische Verbindungen. Die Pflanze ist also das Laboratorium, in welchem aus unorganischem Stoff organische Stoffe gebildet werden und hierin unterscheidet sich die Pflanze wesentlich von den Thieren und Menschen, die zu ihrem Aufbau und zur Erhaltung ihres Körpers schon fertigen organischen Stoffmaterials bedürfen, da ihnen die Fähigkeit abgeht, aus unorganischen Verbindungen organische Stoffe herzustellen.

Die Pflanze nimmt durch Wurzel und Blatt aus dem Erdboden, der Luft und dem Wasser fortwährend Wasser, Kohlensäure, Ammoniak und Mineralsalze auf. Durch den Athmungsproceß der Thiere und Menschen, durch alle Verbrennungs- und Verwesungsprocesse werden bekanntlich der atmosphärischen Luft fortwährend große Mengen Kohlensäure zugeführt. Der Lebensproceß der Pflanzen schafft aber beständig die ungeheuren Mengen von Kohlensäure wieder aus der Luft weg. Unter Mitwirkung des Sonnenlichtes entziehen nämlich die grünen (chlorophyllhaltigen) Pflanzen der Luft Kohlensäure und zerlegen dieselbe innerhalb ihres Organismus in Kohlenstoff und Sauerstoff. Den freien Sauerstoff giebt die Pflanze durch Ausathmung der Luft zurück, den Kohlenstoff aber, der mit den Elementen des Wassers und Ammoniaks organische Verbindungen eingeht, verwendet sie zum Aufbau

ihres Leibes. Auch den anderen Sauerstoffverbindungen, welche die Pflanze als Nährstoffe aufnimmt (Wasser, Salze), wird wenigstens ein Theil ihres Sauerstoffes entzogen und ebenfalls ausgeathmet. Die grünen Pflanzenzellen bilden also aus unorganischem, unverbrennlichem Baumaterial, aus den Verbrennungs- und Verwesungsproducten der Thiere und Pflanzen, unter Abscheidung von Sauerstoff organische Verbindungen, die sich von den unorganischen durch ihre Verbrennlichkeit und eine complicirtere chemische Zusammensetzun gunterscheiden. Dieser Vorgang der Sauerstoffabscheidung wird im Gegensatz zur Sauerstoffaufnahme, zur Oxydation oder Verbrennung (s. S. 33), als Desoxydation oder Reduction bezeichnet.

Unter Freiwerden von Sauerstoff verbinden sich in der grünen Pflanzenzelle die Elemente der Kohlensäure und des Wassers zu organischen Stoffen, die nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, zu Kohlenhydraten, Fetten und Oelen. Kommt zu den drei genannten Elementen noch der Stickstoff, so bilden sich stickstoffhaltige Verbindungen. Der Stickstoff, den die Pflanzen zur Bildung stickstoffhaltiger Verbindungen nöthig haben, wird aber, wie genaue Versuche gelehrt haben, nicht aus dem freien Stickstoff genommen, der in der atmosphärischen Luft so reichlich vorhanden ist, sondern aus dem in der Ackererde und in der Luft enthaltenen Ammoniak. Wird noch der Schwefel und Phosphor, der in den aufgenommenen schwefelsauren und phosphorsauren Salzen steckt, vom Sauerstoff befreit und in die neuen Gruppirungen mit einbezogen, so kommt es zur Entstehung der mit am höchst zusammengesetzten organischen Verbindungen, zur Bildung der Eiweißstoffe. Diese Vorgänge, deren Einzelheiten noch lange nicht genügend ergründet sind und von welchen wir wenig mehr als den Anfang und die Endresultate kennen, nennt man die organische Synthese oder progressive Stoffmetamorphose. „Von der unansehnlichen Flechte, welche den feuchten Felsblock überzieht, bis zu den eleganten Zierpflanzen unserer Treibhäuser und den mächtigen Baumriesen der Wälder ist somit die Pflanze als ein natürliches chemisches Laboratorium zu betrachten, welches, durch die Sonnenstrahlen geheizt und in Thätigkeit versetzt, Sauerstoff entbindet und sauerstoffarme, aber hochcomplicirte organische Stoffe producirt und somit der organischen Synthese oder progressiven Stoffmetamorphose dient“ (Czermak).

Da dem Thiere die Fähigkeit abgeht, organische Stoffe aus unorganischen zu bilden, so muß es zum Aufbaue und zur Erhaltung seines Leibes fertig gebildete organische Verbindungen aufnehmen. Alle organischen Stoffe, die der Thierwelt als Nährsubstanzen dienen, Kohlenhydrate, Fette, Eiweißstoffe, entstammen direct (Pflanzenkost) oder indirect (Fleischkost) dem Pflanzenreiche, denn auch das Fleisch, welches Thiere und Menschen genießen, stammt entweder von Thieren, die selbst Pflanzenfresser sind oder von Thieren, die sich von Pflanzen-

fressern ernähren. Das Wasser und die Mineralsalze, die in der Zusammensetzung des thierischen Organismus nicht fehlen dürfen, werden theils mit den Pflanzen, theils direct aus der unorganischen Natur aufgenommen. Direct aus der Atmosphäre entnimmt das Thier sein wichtigstes Lebenselement, den freien Sauerstoff, welcher alle organischen Substanzen des lebenden Thieres fortwährend einer langsamen Verbrennung unterwirft und schließlich in dieselben unorganischen Endproducte zerlegt, welche die rasche künstliche Verbrennung und der Verwesungsproceß liefern. So lange das Thier lebt, d. h. so lange sich im Thiere jenes fortwährende Absterben und Neubilden vollzieht, das als Stoffwechsel bezeichnet wird, so lange scheidet das Thier ununterbrochen Mineralsalze, Kohlensäure, Wasser und stickstoffhaltige, alsbald in Ammoniak und Kohlensäure zerfallende Verbrennungsproducte aus und ersetzt das Verlorene fortwährend durch die Nahrung.

Während also das Leben und die Ernährung der Pflanze mit einer Abscheidung von Sauerstoff aus den zu organischen Stoffen umgewandelten unorganischen Nährsubstanzen verbunden ist, ist die Ernährung oder der Lebensproceß der Thierwelt dadurch charakterisirt, daß das Thier Sauerstoff aufnimmt und mit dessen Hülfe seine organischen Substanzen in jene einfachen Verbrennungs- und Verwesungsproducte zurückverwandelt, deren die Pflanze zum Aufbau ihres Körpers und zum Leben bedarf.

Im Gegensatz zu der Pflanzenwelt, die aus unorganischen Stoffen unter Sauerstoffabscheidung Desoxydation organische Stoffe bildet, zerstört demnach das Thier welches seine Hauptnahrung mittelbar oder unmittelbar aus dem Pflanzenreiche erhält die von der Pflanze erzeugten hochzusammengesetzten, aber sauerstoffarmen organischen Substanzen unter Sauerstoffaufnahme Oxydation und zerlegt dieselben in diejenigen unorganischen Verbindungen, aus welchen die Pflanze ursprünglich organische Stoffe erzeugt hat. Diese der Desoxydation und Synthese entgegengesetzten Vorgänge der Oxydation und Spaltung werden als regressive Stoffmetamorphose bezeichnet. Die Vorgänge der progressiven Stoffmetamorphose sind aber nicht ausschließlich an die Pflanzenwelt*) und die Vorgänge der regressiven Metamorphose nicht ausschließlich an die Thierwelt geknüpft. Neben jenen das Pflanzenleben hauptsächlich charakterisirenden Bildungen organischer Stoffe gehen besonders in der Dunkelheit auch Stoffzersetzungsvorgänge mit Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureabgabe einher und neben den Zersetzungsvorgängen, die das Thierleben charakterisiren, kommt es auch im

*) Anders wie die chlorophyllhaltigen Pflanzen verhalten sich diejenigen Pflanzen, welche kein Blattgrün besitzen, z. B. die Pilze. Wie die thierischen Organismen entbehren dieselben der Fähigkeit, sich aus unorganischen Stoffen zu ernähren und wie jene bedürfen sie dazu organischer Stoffe, die direct oder indirect dem Pflanzenreich entstammen.

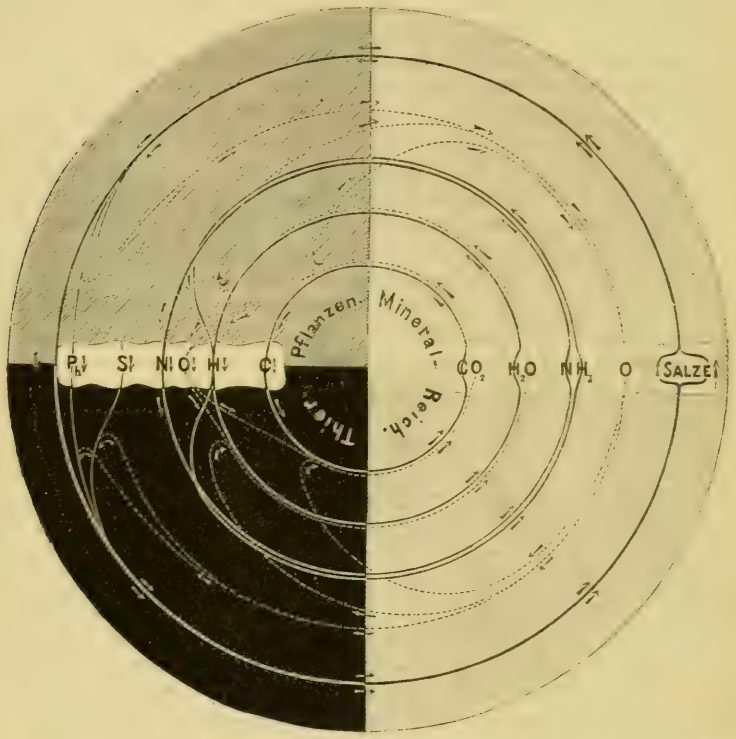
thierischen Organismus in einigen Fällen zur Bildung höher zusammengesetzter chemischer Stoffe. Aber die Bedeutung der Pflanzenwelt in dem Haushalte der Natur liegt unbestritten in dem Ueberwiegen der progressiven und die Bedeutung der Thierwelt in dem Ueberwiegen der regressiven Stoffmetamorphose.

Die Ernährung im Pflanzen- und Thierreiche erscheint somit als ein ununterbrochener, in sich geschlossener Kreislauf. Der Kohlenstoff der in der Atmosphäre vorhandenen Kohlensäure wird zum Kohlenstoff der Pflanze, er wird, mit unserer von der Pflanze entstammenden Nahrung eingeführt, zum Kohlenstoff unserer Muskeln, unseres Blutes und Nervengewebes und kehrt (durch Lunge und Haut) aus unseren Muskeln, unserem Blute und Nervengewebe in Form von Kohlensäure wieder in die Luft zurück, aus der er entstammte und aus der ihn die Pflanze von Neuem zu ihrer Ernährung entnimmt. In gleicher Weise verhält es sich mit den übrigen Grundstoffen, die den thierischen Organismus zusammensetzen. Von jedem Grundstoff läßt sich nachweisen, daß er aus der unorganischen Natur von der Pflanze aufgenommen und ihren organischen Verbindungen einverleibt wurde, als Nahrungsstoff in das Thier gelangte, um aus diesem wieder in die unorganische Natur zurückzukehren und diesen Kreislauf immer wieder von Neuem zu beginnen.

Thiere und Pflanzen verhalten sich demnach zu dem Stoffmaterial der unorganischen Natur, zu der Luft und dem Erdboden wesentlich verschieden, in Bezug auf die Atmosphäre sogar geradezu entgegengesetzt. Ja beide hängen gerade durch ihre verschiedenen sich wechselseitig ergänzenden Lebensbedingungen so innig und untrennbar von einander ab, daß ein Pflanzenreich ohne die Thierwelt, ein Thierreich ohne die Pflanzenwelt einfach undenkbar ist. Die Pflanze entzieht der Luft zum Zwecke der Stoffbildung fortwährend Kohlensäure, Wasserdampf und Ammoniak und giebt ihr dafür den für die Thierwelt unentbehrlichen Sauerstoff zurück. Das Thier nimmt zu dem Zwecke der chemischen Zersetzung und Verbrennung Sauerstoff aus der Luft in sich auf und giebt ihr dafür jene Stoffe, deren die Pflanze zum Leben bedarf, Kohlensäure, Wasserdampf und Ammoniak, unablässig wieder zurück. Für die Pflanze ist die Luft Nahrungsmittel, für das Thier ist der in ihr enthaltene Sauerstoff Vermittler des Stoffwechsels und der thierischen Wärme. Die Entwickelung und das Wachsthum der Pflanze ist an den Austritt von Sauerstoff geknüpft, den sie von ihrem unorganischen Nahrungsmaterial abtrennt. Das Leben des Thieres dagegen ist an die Aufnahme von Sauerstoff gebunden, der sich mit den verbrennlichen Bestandtheilen des Thierkörpers verbindet, dieselben zu Kohlensäure, Wasser und anderen einfachen Verbindungen oxydirt (verbrennt) und in dieser Form durch Haut und Lungen, Nieren und Darm den Organismus verläßt und somit keine Zunahme, sondern eine

beständige Abnahme der organischen Masse bewirkt und die Thiere zwingt, den fortwährenden Verlust durch Zufuhr von außen, durch die Nahrung beständig zu decken. Auch in Bezug auf den Boden verhalten sich die Thiere anders wie die Pflanzen. Was die Pflanze dem Boden entzieht, geben ihm die thierischen Ausscheidungen wieder zurück.

Fig. 17




Anschauliche Darstellung des Kreislaufes des Stoffes nach Czermak). Die eine Hälfte der Kreisfläche soll die unorganische, die andere die organische Natur darstellen; die letztere zerfällt in einen Quadranten, der das Pflanzenreich, in einen zweiten, der das Thierreich vorstellen soll. Im Mineralreiche oder in der unorganischen Natur finden sich die chemischen Elemente, die zum Aufbau der organischen Welt dienen, in Form von einigen Mineralsalzen, von Ammoniak ($NH_3$), Wasser ($H_2O$) und Kohlensäure ($CO_2$) vor. Die kleinen Pfeile geben an, wie dieses unorganische Stoffmaterial in das Pflanzenreich eindringt. Die punktirten, die Sauerstoffbahnen andeutenden Linien trennen sich ab, um wieder in das Mineralreich zurückzukehren, wo sie sich in dem mit O bezeichneten Täfelchen (d. h. „freier Sauerstoffvorrath der Atmosphäre") wieder sammeln, während die ausgezogenen Linien, welche die

Die Wanderungen des Stoffes stellen demnach eine in sich geschlossene Kette dar, deren Anfangsglieder auch ihre Endglieder sind. Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Salze werden zur Pflanze, die Pflanze wird zum Thier und das Thier wird wieder zu Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Salzen, oder kürzer ausgedrückt: Das Unorganische wird organisch, um wieder unorganisch zu werden, und so fort in ewigem, ununterbrochenem Kreislauf.

## Organisirte organische Substanzen.

### Formbestandtheile der Organismen; Gewebe.

Wie die Wissenschaft insbesondere mit Hülfe der chemischen Elementaranalyse der organischen Substanzen nachgewiesen hat, daß Pflanzen, Thiere und Menschen aus denselben Mischungsbestandtheilen, aus derselben geringen Anzahl chemischer Elemente oder Grundstoffe bestehen, so hat sie mit Hülfe des Mikroskopes entdeckt, daß der pflanzliche, thierische und menschliche Körper auch von ein und derselben mikroskopisch kleinen Grundform aufgebaut wird, aus ein und denselben Formbestandtheilen besteht. Wegen der Aehnlichkeit, welche feine Schnittchen junger Pflanzentheile unter dem Mikroskope mit einem Querdurchschnitt durch eine Anzahl zusammenhängender Zellen einer Honigwabe zeigen, hat man die elementare Grundform Zelle genannt. Die Zelle ist ein festflüssiges oder festweiches dichtes Körperchen von eiweißartiger Beschaffenheit, in welchem ein anderes rundliches, meist festeres und ebenfalls eiweißartiges Körperchen, der Zellenkern, eingeschlossen ist,

Bahnen des Kohlenstoffs, Wasserstoffs, Stickstoffs 2c. bedeuten, ihren Weg fortsetzen und in einen dem Pflanzen- und Thierreichsquadranten gemeinschaftlichen weiß gelassenen Streifen gelangen, innerhalb welches die Buchstaben C (Kohlenstoff), H (Wasserstoff), O (Sauerstoff), N (Stickstoff), S (Schwefel), Ph (Phosphor) eingeschrieben sind. Dieser Streifen soll die hoch zusammengesetzten und niedrig oxydirten Verbindungen bedeuten, welche die Pflanze aus dem unorganischen, niedrig zusammengesetzten, aber hoch oxydirten Stoffmaterial unter Sauerstoffabscheidung erzeugt. Der weiße Streifen mit den eingeschriebenen Buchstaben greift zur Hälfte in den Quadranten des Thierreichs hinein, um daran zu erinnern, daß die dem Thiere unentbehrlichen organischen Nahrungsstoffe und Körperbestandtheile aus der Pflanzenwelt stammen. Die Bahnen der Elemente lassen sich durch den weißen Streifen hindurch in den Thierreichsquadranten verfolgen. Hier lagert sich die Anordnung der Bahnen wieder um, und indem die punktirten Linien aus dem freien Sauerstoffvorrath der Atmosphäre, welche in den Thierreichsquadranten eindringen, sich an die ausgezogenen Linien wieder anlegen, kommen die Elemente wieder in Form von Kohlensäure ($CO_2$), Wasser ($H_2O$), Ammoniak ($NH_3$) und Salzen in's Mineralreich zurück. Dies soll an die Endproducte erinnern, die der Stoffwechsel im lebenden und die Verwesung aus dem todten thierischen Körper erzeugt.

der sehr häufig noch ein sogen. Kernkörperchen enthält. Eine Umhüllung oder Zellhaut (Zellmembran, Zellwand) kann vorhanden sein, wie es bei den meisten Pflanzenzellen der Fall ist; sie kann aber auch fehlen, wie bei den meisten Thierzellen.

Die zuerst (1838) von Schleiden für die Pflanzen aufgestellte und von Schwann (1839) auf die Thiere ausgedehnte Zellentheorie, welche bis in die neueste Zeit manche Umbildung und Erweiterung erfahren hat, lehrt, daß alle Organismen entweder aus Einer Zelle bestehen, d. s. selbstständige einzellige Organismen, wie z. B. die Amöben, oder sich aus mehreren Zellen zusammensetzen, d. s. vielzellige Organismen. Sie lehrt ferner, daß jede einzelne Zelle als ein eigener Organismus betrachtet werden muß und daß demnach die zahllosen Zellen, welche die vielzelligen Organismen zusammensetzen, auch in dieser Vereinigung eine Sonderexistenz führen. Jede einzelne dieser Zellen, welche man auch als organische Einheit niedersten Ranges, als Grund- oder Elementar-Organismus oder als Lebensherd bezeichnet hat, führt ihr individuelles Leben; sie entsteht, wächst, pflanzt sich fort, erkrankt und geht zu Grunde, ohne daß der Gesammtorganismus an diesen Einzelschicksalen seiner Grundtheilchen weiteren Antheil nehmen müßte. Der vielzellige pflanzliche und thierische Organismus ist daher eine Zellengesellschaft oder richtiger ein Zellenstaat, eine zusammengesetzte sociale Gemeinschaft von mehr oder minder zahlreichen Elementarorganismen. Jedes organische Individuum ist ursprünglich eine einfache Zelle, eine Eizelle (s. S. 11 Fig. 4) und erst später entsteht durch Theilung dieser Zelle ein Zellenhaufen, aus dem sich durch weitere Theilung und Differenzirung (verschiedenartige Ausbildung) der vielzellige Organismus hervorbildet; alle Theile des pflanzlichen und thierischen Körpers entwickeln sich somit aus Zellen, die in letzter Instanz von der Eizelle abstammen.

Wie jedem Organismus kommt auch den Zellen ein Stoffwechsel, ein bestimmtes Wachsthum und eine nur beschränkte Lebensdauer zu. Die meisten Zellen sind einem frühen Untergang verfallen. Der menschliche und die größeren thierischen Körper verlieren täglich eine Unmasse von Zellen und es fragt sich nun, auf welche Weise werden die untergegangenen Zellen ersetzt? Nach einer älteren Auffassung (Schwann) unterschied man zwei verschiedene Bildungsarten der Zellen: eine sogenannte freie Entstehung (freie Zellbildung) und eine Erzeugung unter Betheiligung anderer Zellen, sogen. Mutterzellen. Bei der ersteren Entstehungsart dachte man sich die Zelle ebenso durch Niederschläge aus dem flüssigen Bildungsstoffe entstanden, wie die Krystalle sich bilden. Wie diese aus der Mutterlauge hervorschießen, so sollten sich in der Flüssigkeit, welche die chemische Elementarzusammensetzung der Zelle enthielt — dem sogen. Cytoblastem — um freie Kerne die Bestandtheile der Zelle (Kernkörperchen, Kern, Hülle und der Zellinhalt) ent-

wickeln. Neuere Untersuchungen haben aber festgestellt, daß im thierischen und pflanzlichen Organismus eine freie (spontane), von Mutterzellen unabhängige Zellbildung nicht existirt, daß nicht nur alle Zellen der Embryonen oder Keimlinge von den Furchungskugeln, den ersten Abkömmlingen der Eizelle, abstammen, sondern, daß auch im gesunden wie im erkrankten Körper die Neubildung der Zellen nur mit Hülfe bereits vorhandener Zellen stattfindet, daß also, soweit die Beobachtung reicht, überall die Zelle nur aus der Zelle hervorgeht.

Die Vermehrung der Zellen geht immer von dem Zellenkerne aus, sie findet stets durch Theilung statt. Man unterscheidet hierbei eine einfache und eine endogene Zelltheilung. Bei der ersteren zertheilt sich eine schon vorhandene Zelle in mehrere jüngere Zellen; bei der letzteren entwickeln sich junge (Tochter-) Zellen innerhalb einer schon vorhandenen (Mutter-) Zelle, worauf die gemeinsame Hülle, die Zellhaut der ehemaligen Mutterzelle, in einem gewissen Zeitraum verschwindet. Hierher gehört der Furchungs- oder Zerklüftungsproceß der Eizelle (s. S. 11). Manchmal entstehen an der mütterlichen Zelle locale Wucherungen (ein Fortsatz, eine Knospe), die größer und größer werden, sich immer mehr von der Mutterzelle trennen, bis sich endlich die Tochterzelle ganz von der Mutterzelle abschnürt. Diese Art der Zelltheilung wird als Fortpflanzung durch Knospen- oder Sprossenbildung bezeichnet; sie kommt unter anderen den Hefezellen zu (s. S. 65). — Die Grundform der Zelle ist diejenige einer Kugel; anfangs gleichen alle aus dem Furchungsproceß hervorgegangenen Zellen der kugeligen Eizelle. Mit der Entwickelung des Körpers verlieren sie meist ihre rundliche Gestalt und nehmen verschiedene Formen an. Neben den kugeligen Zellen (s. Fig. 18.) finden sich ovale, cylindrische (s. Fig. 21.), spindelförmige (s. Fig. 22.), abgeflachte. Manche erscheinen durch einen

Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20. Fig. 21. Fig. 22.

Fig. 18. Kugelige Zellen mit Zellhaut, Zellinhalt, Kern und Kernkörperchen. Fig. 19. Flache sechseckige Oberhautzellen eines menschlichen Embryo. Fig. 20. Wimperzellen. Fig. 21. Cylindrische Zellen. Fig. 22. Unwillkürliche Muskelzelle.

von allen Seiten gleichmäßig auf sie ausgeübten Druck als ziemlich regelmäßige Sechsecke (s. Fig. 19.), andere verlängern einen Theil ihrer Zellhaut zu einem oder zu mehreren fadenartigen Wimperfortsätzen, die, so lange die Zelle lebt, eine fortwährende schwingende Bewegung, die sogen. Flimmer- oder Wimperbewegung zeigen (s. Fig. 20.). Andere sind von ganz unregelmäßiger Gestalt.

An den Formumwandelungen der Zelle betheiligt sich auch der Zellenkern, mitunter auch das Kernkörperchen. Manchmal vermehrt sich der Zellenkern, ohne daß eine Theilung der Zelle stattfindet. Auch der Zelleninhalt, das Protoplasma, kann sich mannigfach umgestalten. Ein Grenztheil des Protoplasma verwandelt sich in die sogenannte Zwischenzellmasse oder Intercellularsubstanz, welche die Zellen bald in größerer, bald in geringerer Menge mit einem Hofe mehr oder weniger umgestalteter Masse umgiebt, welche dazu dient, die Zellen unter einander zu verkitten oder zu verkleben. Da alle Lebensvorgänge innerhalb des halbflüssigen Protoplasma der Zelle vor sich gehen, so würde die Zwischensubstanz nur geringen Antheil an den organischen Vorgängen nehmen können, wenn sie nicht in den Kreis der Stoffbewegungen innerhalb der Zelle hineingezogen würde. Die ganze Zwischenzellmasse ist meist von einem Netz feiner Hohlräume durchzogen, in welche die Zellen Fortsätze aussenden, die die Nachbarzellen unter einander in Verbindung bringen. Durch diese Saftkanäle findet nicht nur ein Verkehr zwischen dem Inhalte der verschiedenen Zellen statt, sondern sie ermöglichen es auch, daß jede Zelle den sie umgebenden Hof von Zwischensubstanz, ihr sogen. Zellenterritorium, mit dem nothwendigen Nahrungsmaterial versorgt.

Die wesentlichen Bestandtheile einer Zelle sind sonach: das Protoplasma, der Zellenkern und in vielen, aber nicht in allen Fällen, die Zellhaut. — a) Das Protoplasma oder der Zellstoff (der Träger der Lebenserscheinungen, die Keimsubstanz, die lebende Materie, der Lebensstoff), welches den Kern ganz oder theilweise umschließt, besteht aus einem festflüssigen Eiweißklümpchen. Innerhalb dieses Plasma können sich Hohlräume (Vacuolen) bilden und sehr verschiedenartige feste und flüssige Stoffe (als innere Plasmaproducte: Fett, Krystalle, Farbestoff ꝛc.) ablagern — b) Der Zellkern, Cytoblast, Nucleus, welcher mit dem Plasma das charakteristische Gebilde der Zelle darstellt und bei der Fortpflanzung der Zelle eine bedeutende Rolle spielt, während das Plasma der Ernährung derselben dient, besteht ebenfalls aus einer Eiweißverbindung. Er ist entweder ein fester, gleichartiger oder ein zusammengesetzter, bläschenförmiger Körper, der bald central (im Mittelpunkt des Plasma), bald excentrisch (am Rande desselben) seine Lage hat. Gewöhnlich ist der Kern scharf umschrieben und kugelig, doch auch von länglicher, cylinderischer und stäbchenförmiger Gestalt. Sehr häufig sind im Kerne feine Körner zu bemerken und außerdem im Centrum oder an der Peripherie desselben auch noch ein größeres Körnchen oder Bläschen, nämlich das Kernkörperchen, Nucleolus, welches bisweilen nochmals ein Körperchen (Kernpunkt, Nucleolinus) in sich enthält. — Die Zellhaut, Zellmembran, welche den Plasmakörper umschließt, fehlt nicht selten und ist entweder die verdichtete äußerste Oberflächenschicht des Protoplasma oder eine erstarrte Absonderung desselben. Sie ist also ein secundäres Product des Plasma und zur Zelle nicht so unentbehrlich wie der Kern und das Plasma. — Die menschlichen und thierischen Zellen sind mikroskopisch klein; ihr Durchmesser schwankt von 0,076, 0,037, 0,022 bis zu 0,005 Mm. Der Durchmesser des Zellkerns beträgt im Mittel 0,007 bis 0,005 Mm. Die Eizelle des Menschen, welche von der der meisten anderen Säugethiere nicht zu unterscheiden ist, ist noch eben mit bloßem Auge als weißes Pünktchen sichtbar. Der Durchmesser des reifen Säugethiereies beträgt 0,2 bis 0,3 Mm.

Die Veränderung der Zellen, durch welche die Formelemente (Bläschen, Röhrchen, Fäserchen, Häutchen und Plättchen) und die von diesen Elementen aufgebauten Gewebe gebildet werden, sind folgende: 1) Die Zellen lagern sich unmittelbar, und mehr oder weniger in ihrer Form verändert, an einander; 2) sie verschmelzen mehr oder minder innig unter einander; 3) sie weichen durch Ausscheidung einer sogenannten Zwischen- oder Grund-Substanz von einander. — Die Formelemente, welche den erwähnten Veränderungen der Zellen ihr Entstehen verdanken und zur Bildung der Gewebe den Grund legen, lassen sich nur durch das Mikroskop wahrnehmen und werden unter einander durch Vermittelung entweder einer flüssigen, oder einer halbflüssigen, oder einer festen Zwischensubstanz in mannigfacher Weise verbunden. — Die Bläschen schwimmen entweder von einander getrennt in einer Flüssigkeit, oder liegen lose und beweglich neben einander, oder sind dicht an einander gedrängt und bleiben dann entweder kugelig oder platten sich gegenseitig ab. — Das Röhrchen entsteht dadurch, daß sich Zellen in einer Reihe neben einander lagern, und daß nun die an einander stoßenden Zwischenwände schwinden, so daß also die Höhlen der Zellen zu einem Kanälchen zusammenfließen. — Die Fasern verdanken ihren Ursprung dadurch den Zellen, daß sich diese nach zwei entgegengesetzten Richtungen hin verlängern. — Indem eine verschiedene Anzahl von einer bestimmten Art dieser Formelemente in einer bestimmten, nur durch das Mikroskop wahrnehmbaren Anordnung zusammentritt, entsteht dadurch ein Gewebe.

Mehrere solche Gewebe von verschiedener Structur und chemischer Zusammensetzung verbinden sich dann mit einander zu einem, mit scharfer Begrenzung, bestimmter Gestalt und eigenthümlicher Thätigkeit versehenen Gebilde und dies wird ein Organ genannt.

Die am meisten bei der Bildung unseres Körpers betheiligten Gewebe sind: das Binde- oder Zellgewebe, das Knochen- und Knorpelgewebe, das Muskel- und Nervengewebe, das Haut- und Drüsengewebe. Von Einzelnen wird auch das Blut und die Lymphe (als Gewebe einfacher Zellen mit flüssiger Zwischensubstanz) zu den Geweben gerechnet. — Sämmtliche Organe von gleichem Baue und gleicher Thätigkeit bilden zusammen ein System (die gesammten Knochen bilden also das Knochensystem). Vereinigen sich aber mehrere Organe von verschiedenem Baue und von verschiedener Thätigkeit und stehen gemeinsam einer bestimmten wichtigen Lebensverrichtung vor, so nennt man die Gesammtheit dieser Organe einen Apparat. So treten z. B. Kehlkopf, Luftröhre und Lungen zum Athmungsapparate zusammen.*)

*) **Anatomie**, Zergliederungskunde, ist eigentlich die Lehre, welche uns die einzelnen Bestandtheile eines organischen (pflanzlichen, thierischen oder menschlichen) Körpers kennen lehrt, gewöhnlich aber nur auf den gesunden menschlichen Körper angewandt und dann richtiger Anthropotomie genannt wird. Die Anatomie des Thierkörpers führt den Namen Zootomie oder vergleichende Anatomie, die des Pflanzenkörpers Phytotomie. — Die Lehre von den Geweben heißt Histologie oder Gewebelehre, die von den kranken Organen pathologische Anatomie. — Die Wissenschaft, welche uns mit den Verrichtungen der in der Anatomie beschriebenen Theile bekannt macht, und die Erscheinungen, Bedingungen und Gesetze kennen lehrt, nach welchen sich das Leben in ihnen äußert, führt den Namen Physiologie.

### 1. Bindegewebe oder Zellgewebe; Zellstoff, Bindesubstanz.

Das Bindegewebe, welches im menschlichen Körper von allen Geweben die weiteste Verbreitung hat, da der menschliche Leib zum großen Theile aus diesem Gewebe aufgebaut ist, besteht in seinen Formelementen aus rundlichen, dünnen und soliden, sanft wellenförmig gebogenen Fäserchen, die durch eine wasserhelle, gleichartige Zwischensubstanz (Intercellularsubstanz) mehr oder weniger innig mit einander verbunden sind und darnach ein mehr lockeres, gallertartiges und formloses, oder ein Netze und Balken bildendes festeres, geformtes (hautartiges), hier und da Fett enthaltendes Gewebe zusammensetzen. Die Bindegewebsmassen sind von einem System feinster, mit einem zarten Häutchen (Endothel) ausgekleideter Kanäle durchzogen, welche mit den Anfängen der Lymphgefäße in offener Verbindung stehen und offene Straßen im soliden Bau der Gewebe bilden. Vermittelst dieser „Saftkanäle" oder „Lymphspalten" findet ein reger Verkehr und Stoffaustausch zwischen dem Inhalt der verschiedenen Zellen statt; sie ermöglichen es vorzugsweise, daß jede Zelle mit dem nöthigen Nahrungsmateriale versorgt wird. Man findet in den Saftkanälen mancherlei zellige Gebilde, sog. Bindegewebszellen (s. Fig. 23), deren Anzahl und Entwickelung aber sehr verschieden ist; man unterscheidet wandernde Bindegewebszellen oder Lymphzellen, die aus dem Blute und der Lymphe stammen, und fixe (platte und grobkörnige) Zellen, die in naher Beziehung zu den Fettzellen stehen. — Das Bindegewebe bildet die Grundlage aller Häute, der Sehnen und Bänder, des Knorpel- und Knochengewebes und das Gestell der Drüsen; es dient als nachgiebiges, alle Zwischenräume ausfüllendes und Lageveränderungen

Fig. 23.

Zellen des Bindegewebes. a. Platte, b. grobkörnige Zellen.

gestattendes Gebilde, zur Verbindung der verschiedensten Theile unsers Körpers und verleiht dem ganzen Körper Halt und Zusammenhang, indem es in ununterbrochener, vollkommener Verbindung steht; es wird auch als weicher Träger für die Gefäße und Nerven, für das Fett (Fettgewebe) und die Ernährungsflüssigkeit benutzt. Das Bindegewebe gehört in chemischer Hinsicht zu den Eiweißkörpern und hat die Eigenthümlichkeit, daß es beim Kochen in Leim (s. S. 59) umgewandelt wird. — Fast überall findet man dem Bindegewebe gelbe, sehr elastische Fäserchen in verschiedener Reichlichkeit beigemengt, welche den Namen „elastisches Gewebe" erhalten haben (s. S. 81 Fig. 25). — Wegen seiner Armuth an Gefäßen und Nerven unterliegt zwar das Bindegewebe selbst sehr wenigen, für sich bestehenden Erkrankungen, wohl können sich aber in seinen Zwischenräumen sehr leicht, in Folge der Theilnahme des Bindegewebes an Leiden benachbarter Organe, Krankheitsproducte anhäufen und weit verbreiten. Da die Bildung von Bindegewebe durch Zellenvermehrung ziemlich leicht und rasch vor sich geht, so wird dieses Gewebe auch sehr häufig als eine Neubildung: in Narben, Geschwülsten (Fasergeschwülsten oder Fibromen), verdickten und verhärteten Organen u. s. w. angetroffen.

**Fettgewebe** wird das Zellgewebe genannt, wenn in seine Zwischenräume Fett eingelagert ist (s. Fig. 24). Dieses Fett besteht aus kleineren oder größeren Häufchen von runden oder ovalen Zellen (Fettzellen), die bei fetten Personen Fett in vielen kleinen Tröpfchen oder in einem einzigen

größeren Tropfen enthalten, bei mageren aber zusammenfallen und mit gallertartiger oder wässeriger Flüssigkeit angefüllt sind. — Der Nutzen des Fettgewebes für den menschlichen Körper ist kein unbedeutender, denn nicht nur, daß dasselbe die Geschmeidigkeit, Fülle und Rundung der Formen (besonders des weiblichen Körpers) bedingt, so schützt dieses Gewebe auch die inneren Organe vor Stoß und Druck, sowie als schlechter Wärmeleiter vor Abkühlung. Anhäufung von Fett in widernatürlicher Menge im Fettgewebe des ganzen Körpers bildet die Fettsucht, Anhäufung desselben an einer einzelnen Stelle heißt eine Fettgeschwulst oder ein Lipom.

Fig. 24.

Das **sehnige Gewebe** bildet in Folge der innigen Vereinigung der Bindegewebsfasern eine sehr feste, jedoch weiche und biegsame, nicht elastische, weißlichgraue Substanz, welche theils als schützende Hülle (sehnige Haut) für manche, besonders lockere Organe, theils in Gestalt von Strängen (Bändern, Sehnen) zur festen Verbindung von Theilen dient. Dieses Gewebe, welches auch zur Bildung von Narben und Geschwülsten beiträgt, erkrankt nicht leicht, wird aber bei Rheumatismus, Gicht und Syphilis gern der Sitz von Verdickung. Die Bänder sind (mit Ausnahme der elastischen, s. unten) ähnlich wie die Sehnen gebaut.

Das **gallertartige Bindegewebe** kommt bei erwachsenen Menschen nur im Glaskörper des Auges vor und zeigt eine schleimähnliche Beschaffenheit. — Das glasartige Hornhautgewebe besteht aus sich kreuzenden Bindegewebsbündeln, die in äußerst zarte Fäserchen zerfallen. Es wird von Hohlgängen durchzogen, in welchen als „Hornhautkörperchen" platte Bindegewebszellen liegen.

Das **seröse Gewebe** ist ebenfalls ein hauptsächlich aus Bindegewebe und elastischen Fasern gewebtes festes Netzwerk, welches in Gestalt einer dünnen weißlichen Membran größere oder kleinere Blasen oder Säcke bildet (z. B. den Herzbeutel, das Brust- und Bauchfell), die ihre Lage in den verschiedenen Höhlen des Körpers zwischen den Eingeweiden und Wänden der Höhle, an beide fest angeheftet, einnehmen. Sie verhindern einestheils die Reibung und den Druck der einzelnen Theile an einander, anderntheils unterstützen sie vermöge ihrer glatten Oberfläche die Beweglichkeit der Organe unter einander. — Die serösen Häute werden sehr oft von Krankheiten heimgesucht und diese gehen fast stets mit heftigen, bei Druck und Bewegung wachsenden Schmerzen, so wie mit Ausscheidung abnormer, meist flüssiger Stoffe in die Höhle des serösen Sackes einher. — Das fibröse Gewebe bildet fest verwebte, blutarme Häute, denen in wechselnder Menge elastische Fasern zugemischt sind. Hierher gehören: die harte Hirn- und Rückenmarkshaut, die weiße Augenhaut, die festen Hüllen der Nieren, Milz, der Nervenstämme u. s. w., der Ueberzug der Knochen und Knorpel, Muskelbinden u. dergl.

**Elastisches Gewebe** (s. Fig. 25). Das elastische Gewebe stellt eine aus Fasern oder aus einem Fasernetze gebildete, feste Substanz von großer Elasticität und mattgelbem Ansehen dar, welche selten in größerer Menge, gewöhnlich in das Bindegewebe eingewebt, gefunden wird. Nur einige Bänder (des Kehlkopfes), sowie die Wände der Pulsadern und Luftwege enthalten das elastische Gewebe ziemlich rein. Die elastischen Fasern, welche dieses Gewebe zusammensetzen, sind feinere oder stärkere, solide, cylindrische oder bandartige Fäden, die entweder als längere oder kürzere, gerad oder spiralig verlaufende Fasern vorkommen, oder auch zu einer Membran verflochten sind und in Netzform auftreten. Durch das Alter verliert das elastische Gewebe an Elasticität und wird nicht selten brüchig, weshalb bei alten Leuten

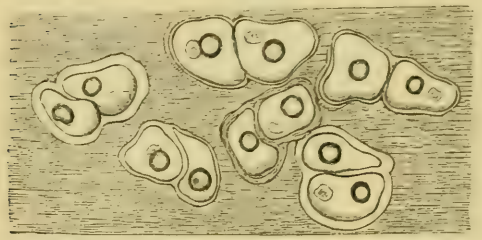
Fig. 25.

gar häufig feinere Pulsadern zerreißen daher der Schlagfluß und die Luftwege sich widernatürlich erweitern.

## 2. Knorpelgewebe.

Das Knorpelgewebe, welches sich durch besondere Biegsamkeit, Zähigkeit und Festigkeit auszeichnet, besitzt als Grundlage stützendes Bindegewebe, welches eine größere Verhärtung, ähnlich wie bei der Bildung des elastischen Gewebes, erfährt. Knorpel dient zum Aufbaue des Kehlkopfes und der Luftwege, der Nase und des Ohres und zur Bildung der glatten Oberfläche der Gelenkenden sowie zur Verbindung der verschiedenen Skeletstücke unter einander. Er bildet eine feste, aber elastische, bläuliche, milchweiße oder gelbliche Substanz, welche beim Kochen eine eigenthümliche Art von Leim (den Knorpelleim) giebt und aus rundlichen Zellen (Knorpelzellen) besteht, die entweder in eine gleichmäßige ungeformte oder in eine faserige Grundsubstanz eingelagert sind. Im ersteren Falle werden die Knorpel echte (hyaline, s. Fig. 26), im letzteren gelbe, Faser- oder Netzknorpel genannt; die echten sind gefäßlos, die gelben besitzen aber einige wenige Blutgefäße und elastische Fasern (elastische Knorpel). Erkrankungen der Knorpel kommen selten vor; Knorpelgeschwülste (Enchondrome) bilden sich bisweilen an den Fingern, Rippen und dem Brustbeine und sind nur durch das Messer zu entfernen.

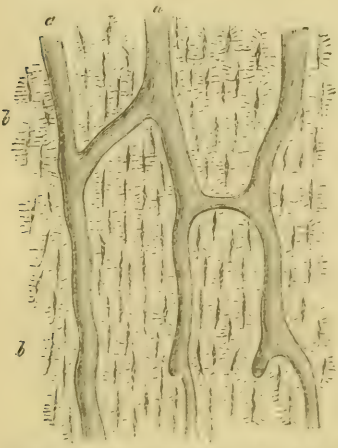
Fig. 26.



## 3. Knochengewebe.

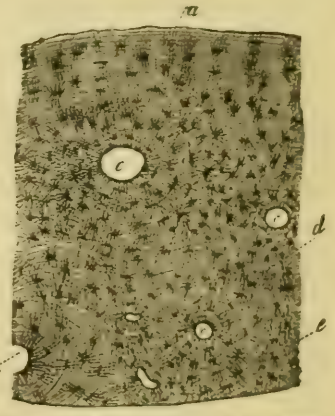
Zur Bildung des Knochengewebes ist ebenfalls Bindegewebe verwendet, welches durch Einlagerung von erdigen Bestandtheilen in die Zwischenzellmasse

Fig. 27.




Stück eines Oberschenkelknochens im Längsschliff. a. Markkanälchen; b. Knochenhöhlen.

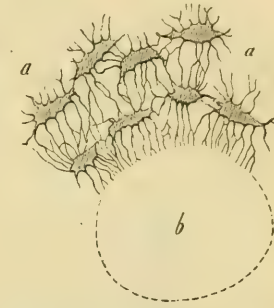
Fig. 28.




Stück eines Mittelhandknochens im Querschliff; a. Außenfläche; c. Markkanälchen mit den Speciallamellen; d. innere Generallamellen; e. Knochenhöhlen.

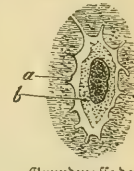
einen bedeutenden Grad von Festigkeit erhält. Bei der Ablagerung der Knochenerde in die Zwischenzellmasse wandeln sich die zelligen Theile in Knochenhöhlen um, welche in netzförmiger Verbindung die Grundmasse des Knochens durchziehen. Die feinen, strahlig verästelten hohlen Ausläufer der Knochenhöhlen werden Knochen- oder Kalkkanälchen genannt (s. Fig. 29). Diese Kalkkanälchen stehen in offener Verbindung mit einem zweiten weiteren Kanalsystem, welches mit weiteren und engeren Röhren den ganzen Knochen durchzieht und durch communicirende Zweige zu einem weitmaschigen Netze verbunden ist. Diese Kanälchen, welche mit den Querästen sowohl an der Oberfläche wie in der Markhöhle der Knochen münden, beherbergen die ernährenden Blutgefäße des Knochens und werden deshalb Gefäß-, Mark- oder Havers'sche Kanälchen genannt. Die Gestalt und der Verlauf der Gefäßkanälchen läßt sich am besten auf Längsschliffen des Knochengewebes erkennen (s. Fig. 27). Unter dem Mikroskope zeigt sich demnach das Knochengewebe zusammengesetzt: aus einer gelblich-weißen, harten, geschichteten, verkalkten Zwischen- oder Grundsubstanz (s. Fig. 30), die von einem netzartig verbundenen Kanalsystem durchzogen ist, und in welche zahlreiche, sternförmige Knochenhöhlen mit ihren strahligen Fortsätzen, den Kalkkanälchen, eingebettet sind. Auf Querschliffen des Knochens erscheinen die Havers'schen Kanäle als ovale oder runde Löcher (s. Fig. 28). Das Knochengewebe besitzt, wie der Querschnitt lehrt, einen geschichteten Bau. Ein Theil der Schichten geht durch die ganze Dicke des Knochens (General- oder Grundlamellen); ein anderer Theil umkreist regelmäßig die Havers'schen Kanälchen (Speciallamellen). In den Knochenhöhlen finden sich längliche Zellen, die sogen. Knochenzellen (s. Fig. 30), welche bisweilen in die Mündungen der Kalkkanälchen Fortsätze entsenden. — Die chemische Untersuchung des Knochengewebes lehrt, daß dasselbe aus einer weichen Masse von dem Aussehen und der Elasticität des Knorpels (von welchem sie aber hinsichtlich des mikroskopischen Baues durchaus verschieden ist) und aus einer erdigen Masse besteht. Erstere, der sogen. Knochenknorpel, wird gleich dem Bindegewebe durch Kochen in Leim verwandelt, letztere, welche etwa zwei Drittel des Knochengewichts ausmacht, besteht hauptsächlich aus phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk.

Fig. 29.




Knochenhöhlen (a, a) mit ihren zahlreichen Ausläufern, einmündend in den quer durchschnittenen Havers'schen Kanal.

Fig. 30.




a. Grundmasse des Knochens; b. Knochenzelle.

## 4. Das Muskelgewebe,

welches die Hauptmasse des Fleisches bildet, besteht aus Bündelchen und Bündeln ganz feiner Fäserchen (Röhrchen), welche unter dem Mikroskope entweder ein glattes Aussehen, wie in den blaßrothen, unwillkürlichen Muskeln (s. Fig 33), oder eine Querstreifung, wie in den dunkelrothen, willkürlichen Muskeln (s. Fig. 31 und 32), zeigen und aus einer zarten Hülle (Sarcolemma) und einem contractilen

Fig. 31.

Fig. 32.

Fig. 33.

Inhalte bestehen. Die Muskelfasern haben die Fähigkeit sich zusammenzuziehen (Contractilität) und dadurch zu verkürzen; sie werden von verschiedenen Eiweißkörper aufgebaut.

### 5. Das Nervengewebe

stellt eine weiche, sehr eiweiß- und fettreiche, phosphor- und schwefelhaltige Masse dar, welche entweder eine graue oder eine weiße Farbe hat. Die graue Nervenmasse zeigt sich unter dem Mikroskope vorzugsweise als aus runden, spindel- und sternförmigen Zellen (Nerven- oder Ganglienzellen, s. Fig. 35) zusammengesetzt, während in der weißen nur markhaltige oder mark-

Fig. 34.

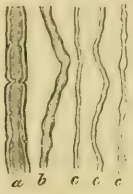



Fig. 35.

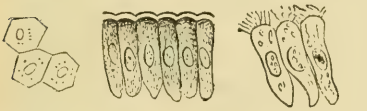
lose Röhrchen (Nervenfäserchen, s. Fig. 34) sichtbar sind. Die ersteren sind der wesentlichste Bestandtheil der nervösen Centralorgane (des Gehirns und Rückenmarks), die letzteren der Hauptbestandtheil der großen Nervenstämme und ihrer Verzweigungen. Die chemischen Verhältnisse des Nervengewebes sind noch nicht hinlänglich erforscht.

### 6. Hautgewebe.

Häute, Membranen, pflegt man die im menschlichen Körper vorkommenden, der Breite nach ausgebildeten, weichen und dünnen Gewebe zu nennen, welche mehr oder weniger gefäß- und nervenreich sind und entweder Organe als schützende Hüllen überziehen oder Höhlen und Kanäle auskleiden. Die wichtigste aller dieser Häute ist die, die ganze äußere Oberfläche des Körpers umschließende äußere Haut oder allgemeine Bedeckung, weil sie gleichzeitig der Sitz des Tast- und Temperatursinnes und einer das Blut reinigenden Ausscheidung ist. — Die innere Oberfläche des Körpers, d. i. die Wände derjenigen Höhlen und Kanäle, in welche man von außen her durch Oeffnungen an der Oberfläche des Körpers gelangen kann (wie die Räume des Athmungs-, Verdauungs-, Harn- und Geschlechtsapparates), hat einen Ueberzug von Schleimhaut, deren Absonderungsproduct der Schleim ist. — In den überall verschlossenen Körperhöhlen trifft man zwischen den Wänden und Organen dieser Höhlen die dünnen glatten serösen Häute an (s. S. 81), welche größere oder kleinere, eine geringe Menge von Lymphe enthaltende Säcke darstellen und durch mikroskopisch kleine Oeffnungen mit den Lymphgefäßen in Verbindung stehen. In den Wänden von Höhlen und Kanälen, deren Inhalt fortbewegt wird, sind Muskelhäute vorhanden, welche vermittelst ihrer Zusammenziehungsfähigkeit diese Räume verengern und dadurch deren Inhalt fortbewegen. — Festere Ueberzüge über manche Organe stellen die sehnigen und fibrösen Häute (s. S. 81) dar. — Auf ihrer freien Oberfläche besitzen die ersteren drei Häute, nämlich die äußere Haut, die Schleim- und serösen Häute, einen dünnen Ueberzug, welcher das Oberhäutchen genannt wird. Betrachten wir einige dieser Häute etwas genauer.

Das **Oberhautgewebe** bildet gefäß- und nervenlose Membranen, welche einzig und allein aus selbstständigen, ohne sichtbare Zwischensubstanz innig verbundenen Zellen bestehen, von denen einige noch vollkommene Bläschen, andere zu soliden Schüppchen oder Hornplättchen geworden sind. Diese Häute dienen für die Oberfläche gefäß- und nervenreicher Theile des Organismus als schützende Hülle. Die Zellen in der Tiefe der Membran, dem ernährenden Theile zunächst, vermehren sich fortwährend, während die an der freien Oberfläche altern, endlich absterben und sich losstoßen. Das Oberhautgewebe stellt sich sehr leicht und schnell wieder her, wenn es verloren ging. — Die äußere Haut ist mit einem solchen Gewebe überkleidet, welches Epidermis oder Oberhaut genannt wird und aus einer tieferen weichen Schicht mit Zellen (d. i. die Schleimschicht) und einer oberflächlichen, harten Schicht aus Hornplättchen (Hornschicht) besteht, welche Plättchen auch zur Bildung der Haare und Nägel (bei den Thieren zu den Krallen, Klauen, Hufen, Hörnern, Stacheln, Platten und Schildern, Borsten und Federn) verwendet werden. —

Fig. 36. Fig. 37. Fig. 38.



Die Schleimhaut ist mit einem nicht verhornten und deshalb weit weicheren Oberhautgewebe überzogen, als die äußere Haut; es erhielt dasselbe den Namen Oberhäutchen, Epithelium, und wird, je nachdem es aus rundlichen, eckigen oder cylinderischen Zellen zusammengesetzt ist, die in einfacher oder mehrfacher Schicht vorhanden sind, einfaches oder geschichtetes Pflaster- (Fig. 36) oder Cylinderepithelium (Fig. 37) genannt. An manchen Stellen des Körpers besitzt das Epithelium sogen. flimmernde Wimpern und heißt Flimmerepithelium (Fig. 38).

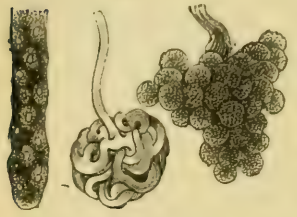
Die **Schleimhaut**, d. i. diejenige Haut, welche jene Höhlen und Kanäle auskleidet, die an der äußeren Körperoberfläche münden und hier mit der äußeren Haut in ununterbrochenem Zusammenhange stehen, stellt eine weiche, sammetartige, sehr gefäß- und nervenreiche Membran dar, deren Hauptmasse, das eigentliche Schleimhautgewebe, aus Bindegewebe gewebt ist und in ihrem Innern eine große Anzahl sogen. Schleimbälge besitzt, die auf der freien, mit Oberhäutchen (Epithelium) überzogenen Oberfläche der Schleimhaut ausmünden. Uebrigens nimmt diese Haut an den verschiedenen Stellen ihres Vorkommens einen etwas verschiedenen Charakter an; so ist sie hier mit einer Menge von Ein- und Ausstülpungen versehen, mit Wärzchen und Zotten, dort mit Grübchen, Falten und Drüschen besetzt u. s. f. Unter der Schleimhaut befindet sich eine Bindegewebsschicht, das Unterschleimhaut-Zellgewebe, welches jene entweder an Knochenwände oder an Muskelhäute anheftet. — Die auffallendste Thätigkeit der Schleimhaut ist die Schleimabsonderung, welche am reichlichsten in den Schleimbälgen stattfindet und zum Schutze, sowie zum Glatt- und Schlüpfrigmachen der Schleimhaut dient. Wird eine Stelle dieser Haut blutreicher als sich gehört (entzündet sie sich), so sondert sie anstatt des Schleimes gewöhnlich eine dünnere und allmählich dick werdende, eiterige Flüssigkeit ab, ein Zustand, den man Katarrh nennt; wird das Abgesonderte dagegen fest (gerinnt es), dann erhält diese heftigere Entzündung den Namen Croup; wird dabei das Schleimhautgewebe zerstört, so bezeichnet man dies als Diphtheritis.

## 7. Drüsengewebe.

**Drüsen** werden diejenigen Organe des menschlichen Körpers genannt, welche gewisse Flüssigkeiten aus dem Blute ausscheiden und diese durch besondere Kanäle (Ausführungsgänge) an der äußeren, mit Haut überkleideten oder an der inneren, von Schleimhaut überzogenen Oberfläche des Körpers ent-

leeren. Diese Flüssigkeiten sind entweder solche, welche als vollständig unbrauchbare sofort aus dem Körper entfernt werden müssen (Ausscheidungen, Excremente), oder als brauchbare einem besonderen Zwecke dienen (Absonderungen, Secrete). Was den Bau der Drüsen betrifft, so sind sie meistens aus mehreren Abtheilungen oder vielen Läppchen zusammengesetzte (traubenförmige) oder aus feinen langen Röhrchen bestehende (schlauchförmige), sehr gefäßreiche, weiche Organe, die äußerlich von einer festen Haut umhüllt werden (s. Fig. 39). Der wesentliche Bestandtheil derselben, dem die eigentliche Absonderungsthätigkeit obliegt, die sogen. absondernden oder secernirenden Elemente, bestehen aus kleinen, von Blutgefäßen und Nerven umsponnenen Bläschen oder Schläuchen, deren wichtigster Bestandtheil wieder rundliche, cylinderische oder vieleckige Zellen (die Drüsenzellen) sind; die letzteren sind insofern wichtig, als sie auf die Bereitung der abzuscheidenden Flüssigkeit den meisten Einfluß ausüben. Die bekanntesten Drüsen sind: die Leber-, Nieren-, Magensaft- und Speicheldrüsen, Milchdrüsen, Thränen-, Schleim-, Talg- und Schweißdrüsen. Ihres Gefäßreichthums wegen erkranken die Drüsen sehr leicht und sehr oft; selten nimmt aber in den größeren Drüsen die Krankheit das ganze Organ ein, gewöhnlich beschränkt sie sich auf eine kleinere Parthie der Drüse.

Fig. 39.



## Organismus; Leben.

**Organische Körper** oder **Organismen**, zu denen die Pflanzen, Thiere und Menschen gerechnet werden, pflegt man diejenigen Naturerzeugnisse zu nennen, in welchen eine größere oder geringere Anzahl von Organen zu einem abgegrenzten Ganzen (Einzelwesen, Individuum, einer einheitlichen Gemeinschaft) verbunden sind. Als Organe, von denen die einen Organismen weniger (d. s. einfachere Organismen), die anderen mehr (d. s. die höher organisirten Individuen) und einige (die einfachsten) gar keine besitzen, betrachtet man die durch Zellenvermehrung und Zellenumbildung aus organischen Stoffen gebildeten und mit der sogen. Ernährungsflüssigkeit durchtränkten Theile, von denen ein jeder eine bestimmte, und zwar eine andere Thätigkeit als der andere hat, alle aber, durch ihr Zusammenwirken die Lebenserscheinungen hervorbringen. Jedes Organ hat seinen ganz bestimmten Bau und seine ganz bestimmte chemische Zusammensetzung, wodurch es sich von anderen Organen und deren Thätigkeit unterscheidet. — In diesem Ganzen, wie in seinen kleinsten Theilchen, findet ein ununterbrochener Wechsel der den Organismus zusammensetzenden Materie statt, indem diese immerfort theilweise durch den Gebrauch abgenutzt wird und sich dafür aus der sie umspülenden Ernährungsflüssigkeit wieder neu ansetzt, so daß jeder Organismus nach einiger Zeit, obschon er äußerlich noch

das frühere Ganze darstellt, doch aus ganz anderen, jüngeren, jedoch den älteren abgestorbenen und aus dem Körper ausgestoßenen ganz ähnlichen Bestandtheilen zusammengesetzt ist. Dieses immerwährende Sichverjüngen und dieses durch Abnutzung veranlaßte Absterben (Mausern) organischer Körper, diese fortwährende Selbstbildung, welche in Folge der fortwährenden Einwirkung äußerer Einflüsse und nur unter gewissen Bedingungen, den sogen. Lebensbedingungen (Luft, Wasser, Wärme, Licht und Nahrungszufuhr) zu Stande kommt, wird der **Stoffwechsel** genannt. So lange dieser Stoffwechsel in den Organismen besteht, nennt man sie lebend; Aufhören des Stoffwechsels macht die Organismen zu Leichen und in diesen tritt dann nach einiger Zeit die Zersetzung (Fäulniß, Verwesung, Vermoderung) ein. Das falsche Vonstattengehen des Stoffwechsels erzeugt eine widernatürliche Beschaffenheit und Thätigkeit der in ihrem Stoffwechsel gestörten Materie (Zellen), und dieses wird Krankheit genannt.

Das Dasein aller organischen Körper besitzt nur eine gewisse Dauer (Lebensdauer), und während dieser durchlaufen sie eine bestimmte Reihe von Bildungsperioden, die man Entwickelungsstufen, Lebensabschnitte, Lebensalter, Lebensphasen benannt hat. Bei jedem Organismus läßt sich nämlich deutlich wahrnehmen, wie er entsteht, wächst, zu einer bestimmten Stufe der Vollkommenheit (Reife) gelangt, auf dieser einige Zeit verweilt, sodann allmählich wieder an Vollkommenheit abnimmt und endlich zu Grunde geht, nachdem er in der Zeit der Reife seinem eigenen Organismus ähnliche Organismen erzeugt (sich fortgepflanzt) hat.

Die in dem lebenden Organismus bestehenden eigenthümlichen Vorgänge, welche zusammen genommen auch als „Leben" bezeichnet werden und welche man früher irrthümlich der sogenannten „Lebenskraft" zuschrieb, gehen ganz nach denselben Gesetzen vor sich, welche sich auch in der unorganischen Natur kund geben. Lediglich die eigenthümlichen chemisch-physikalischen Eigenschaften des Kohlenstoffs, und namentlich der festflüssige Aggregatzustand und die leichte Zersetzbarkeit der höchst zusammengesetzten eiweißartigen Kohlenstoffverbindungen, sind die mechanischen Ursachen jener eigenartigen Bewegungserscheinungen, durch welche sich die Organismen von den Anorganen unterscheiden und die man im engeren Sinne das „Leben" zu nennen pflegt. — Die wichtigsten der rein chemischen und physikalischen Vorgänge, durch welche die Lebensprocesse in organischen Körpern zu Stande kommen, sind: die Endosmose, die Capillarität, die Filtration, die Absorption, die Diffusion, die chemische Verwandtschaft der Stoffe und die Oxydation, sowie die Zellenthätigkeit und das Gesetz der Erhaltung der Kraft.

Die **Endosmose** (Endosmose oder Eintritt; Exosmose oder Austritt, besser Diosmose oder Durchtritt) besteht in einer gegenseitigen Vereinigung zweier Flüssigkeiten von verschiedener Dichte und verschiedener chemischer Beschaffenheit,

welche durch eine thierische oder pflanzliche Membran von einander getrennt sind. Diese Vereinigung geschieht unabhängig von jedem Druckunterschiede, oft sogar dem hydrostatischen Druck entgegen, und hat einen Austausch aller oder einzelner Bestandtheile der beiden getrennten Flüssigkeiten zur Folge. Sie kann natürlich nur zwischen Flüssigkeiten stattfinden, welche Verwandtschaft zu einander haben und auch nur dann, wenn die zwischen den Flüssigkeiten befindliche Scheidewand überhaupt durchdringlich (porös) ist. Es versteht sich, daß der endosmotische Proceß nach der Verschiedenheit der Flüssigkeiten, sowie nach der Beschaffenheit der häutigen Scheidewand, sich sehr verschieden gestalten muß. Stets tritt übrigens von der dünneren Flüssigkeit eine größere Menge auf die Seite der dichteren als umgekehrt. Wenn man z. B. eine oben und unten offene Röhre an ihrem unteren Ende mit einem Stück Blase oder mit der Oberhaut eines Blattes verschließt und nun eine Kochsalzlösung eingießt, so wird diese in der Röhre bleiben und nicht durch die Blase oder die Oberhaut hindurchdringen. Sowie nun aber die Röhre in ein Gefäß mit reinem Wasser gesetzt wird, so geht in kurzer Zeit Kochsalz aus der Röhre heraus in das Wasser und von diesem dringt ein Theil in die Kochsalzlösung der Röhre; zugleich wächst die Flüssigkeit in der Röhre. — Auf diesem rein physikalischen Processe beruhen eine Menge von wichtigen, vorzugsweise der Ernährung organischer (pflanzlicher oder thierischer) Körper dienenden Processen, die man früher besonderen und mit Bewußtsein handelnden Lebenskräften zuschrieb. Die Endosmose erklärt: das Eindringen des Regens in Früchte und Blätter; das Aufsaugen von Flüssigkeiten durch die Wurzelspitzen; das Aufsaugen des Speisesaftes durch die Zotten der Darmschleimhaut u. a.

Die **Capillarität** oder Haarröhrchen-Anziehung, welche die Ursache ist, daß tropfbare Flüssigkeiten in enge Röhren (Capillaren, Haarröhrchen) und Poren (feine Oeffnungen) eindringen und in diesen dem Gesetze der Schwere entgegen in die Höhe steigen, ist neben der Endosmose fast überall im pflanzlichen, thierischen und menschlichen Körper thätig, denn sie ertheilt den festen Substanzen die Fähigkeit, Flüssigkeiten einzusaugen, und veranlaßt so das Durchtränken aller organischen Gewebe mit ernährender Flüssigkeit. Auch diese Capillar-Anziehung geht wie die Endosmose nach ganz bestimmten Gesetzen vor sich, die von der Beschaffenheit der Röhrchen und Poren, sowie von der eindringenden Flüssigkeit abhängig sind.

**Filtration** nennt man das Durchtreten einer Flüssigkeit durch die (gröberen, nicht intermoleculären) Poren eines Körpers (besonders einer Membran), unter dem Einflusse eines Druckes. Wie beim gewöhnlichen Filtriren die Schwere, so kann in den Blutgefäßen die Spannung des Blutes gewisse oder sämmtliche flüssige Blutbestandtheile nach außen in die umgebenden Gewebe durchpressen, da die Spannung der in den letzteren befindlichen Flüssigkeiten zumeist geringer als der Blutdruck ist. Mit Hülfe der Filtration kommen so die Absonderungen des Blutes nach Röhren und Höhlen hin zu Stande (wie die Absonderung des Harns, der Galle ꝛc., der Höhlenflüssigkeiten, wie im Herzbeutel, Brustfell, Bauchfell, Gelenkkapseln ꝛc.). — Die normalen Höhlenflüssigkeiten werden auch Transsudate, die krankhaften flüssigen Ausscheidungen aus dem Blute Exsudate genannt.

**Diffusion** bezeichnet die gegenseitige Durchdringung von Gasen und Flüssigkeiten mit der Bedingung, daß dabei keine chemische Verbindung zu Stande kommt. Es existiren folgende Diffusionsarten: 1) Diffusion der Gase (Dalton, Graham), d. h. von Gasen gegen Gase. Werden Luftarten, die chemisch nicht auf einander wirken, mit einander in Berührung gebracht, so durchdringen sie sich gegenseitig (auch dem Gesetze der Schwere entgegen) und bilden endlich ein gleichmäßiges Gemenge der Luftarten. In Folge dieses Gesetzes hat unsere Atmosphäre (ein Gemenge von Stickstoff und Sauerstoff) überall denselben Procentgehalt von Sauerstoff, und nach demselben Gesetze treibt die

Kohlensäure den Sauerstoff von der Pflanze weg in die Luft. Diese Diffusion findet auch statt, wenn Gase durch poröse Wände von einander getrennt sind, wie der ununterbrochene Gaswechsel in den Lungen (beim Athmungsproceß) beweist. 2) Diffusion von Flüssigkeiten gegen Flüssigkeiten und 3) Diffusion zwischen Gasen und Flüssigkeiten (wie die des Sauerstoffs und der Kohlensäure im Blute).

**Absorption** (Verschluckung oder Einsaugung) wird der Vorgang im menschlichen und thierischen Körper genannt, bei welchem flüssige oder flüssig gewordene Substanzen, oder auch gasartige Flüssigkeiten in die Gewebe, vorzugsweise aber in den Blutstrom aufgenommen werden. Feste Substanzen, wie fein sie auch zertheilt sein mögen, sind nicht absorptionsfähig. Die Absorption kann stattfinden: auf der äußeren Haut, auf inneren Flächen und in den Geweben der Organe. — Resorption pflegt man die Absorption von normalen oder krankhaften Absonderungen (Secreten und Exsudaten) zu nennen.

**Die chemische Verwandtschaft** oder **Affinität** (s. S. 32) ist die Eigenschaft, welche die verschiedenen Körper veranlaßt, sich chemisch mit einander zu verbinden. Diese Kraft ist allen Körpern eigen, sie ist eine Art von gegenseitiger Anziehung und ist die Ursache der Bildung und des Bestehens jeder chemischen (innigen) Verbindung. Der Grad von Verwandtschaft zu einander ist bei den verschiedenen Körpern ein sehr verschiedener. — Bei der chemischen Vereinigung von Körpern wirken aber nicht blos die Affinität, sondern gleichzeitig andere Naturkräfte mit, wie Schwere, Cohäsion, Adhäsion, Wärme, Licht, Elektricität und Magnetismus. Je nach dem Vorwalten der einen oder der anderen dieser mitwirkenden Kräfte fällt auch das Ergebniß chemischer Processe sehr verschieden aus.

**Oxydations-** oder **Verbrennungsprocesse** (s. S. 33) im menschlichen (thierischen) Körper. Alle Lebensvorgänge beruhen auf einer Verbrennung der Körperbestandtheile. Diese Verbrennung der organischen Körper- und Nahrungsbestandtheile ist wiederum die Quelle aller lebendigen Kräfte, welche als Bewegungen im thierischen Organismus, als Leistungen desselben vorkommen. Natürlich kommt diese Verbrennung nur mit Hülfe des (eingeathmeten) Sauerstoffs zu Stande und dabei wird theils Wärme entwickelt und Arbeit geleistet, theils bilden sich als Verbrennungsproducte aus den verbrannten Materien unbrauchbare Substanzen (Gewebsschlacken, Ermüdungsstoffe), die, wenn sie den Lebensvorgängen in den einzelnen Organen nicht hinderlich sein sollen, fortwährend aus dem Körper entfernt werden müssen. Die Verbrennungen finden nach vier Richtungen hin statt: erstens treten sie als die Ursache des Zustandekommens aller Thätigkeiten in den Organen auf und sind demnach die Quelle der lebendigen Kräfte, der Arbeitsleistung; zweitens machen sie das Ernährungsmaterial zum Aufbaue und Thätigsein der Organe geschickt, bedingen also die Bildung der geformten Körperelemente (d. i. die progressive oder vorschreitende Metamorphose oder Assimilation des Baumaterials); drittens verwandeln sie allmählich die beim Thätigsein entstandenen Verbrennungsproducte durch weitere Oxydation in solche Stoffe, welche zur Ausscheidung aus dem Körper befähigt sind. Hierbei zerfallen die complicirten Verbindungen in immer einfachere und schließlich hauptsächlich in Kohlensäure, Wasser und Harnstoff (d. i. die regressive oder rückgängige Metamorphose der Gewebssubstanzen); viertens erzeugen alle Verbrennungen die zum Leben und Thätigsein unentbehrliche Wärme. — Hiernach kommt also mit Hülfe der Verbrennungsprocesse die Bildung und Rückbildung der Organengewebe, sowie die Erzeugung von Arbeit, Wärme und der Lebensthätigkeiten zu Stande und der Stoff, der alles dies vermittelt, ist der Sauerstoff, für uns also mit Recht Lebensluft genannt. Den Sauerstoff verdanken wir aber den Licht und Wärme spendenden Sonnenstrahlen, insofern diese allein die Pflanzen befähigen, aus der Kohlensäure den uns unentbehrlichen Sauerstoff zu entwickeln.

**Molecularbewegungen. — Kraft und Erhaltung der Kraft.** (Mohr 1837 — Robert Mayer 1842 — Joule 1843 — Colding 1843 — 1847 wendet Helmholtz zuerst das Gesetz der Erhaltung der Kraft auf alle Gebiete unserer Naturerkenntniß an.)

Was immer im Weltall existirt, Alles befindet sich in steter Bewegung, selbst Das, was ganz starr und unbeweglich zu sein scheint. Auch im festesten Stahl und im härtesten Diamant finden fortwährend zitternde Bewegungen statt. Es ist überall, im Großen wie im Kleinen, Bewegung; kein Stoff kennt den Zustand der Ruhe. All' unser Wirken und Schaffen im Leben beruht auf dem Hervorrufen von Bewegungen, ja unser Leben selbst, sogar unser Denken, Fühlen und Wollen ist nur Bewegung und die Folge von Bewegungen. Ein Stillstand, welcher Art er auch sein möge, kommt in der Natur nicht vor.

Nur Bewegungen größerer Massen, ebenso auf unserer kleinen Erde, wie im unbegrenzten Weltenraume, sind für uns wahrnehmbar. Man pflegt diese als „mechanische, Massen- oder Molarbewegungen" zu bezeichnen. Dagegen sind die Bewegungen der kleinsten und letzten Körpertheilchen, welche für sich existiren und Atome und Molecüle (s. S. 28) genannt werden, für uns unsichtbar. Man nennt sie „Molecularbewegungen" und denkt sich dieselben als aus hin- und hergehenden Schwingungs- oder Wellenbewegungen der Atome bestehend. Kein Körper ist ohne alle Molecularbewegung. Sie ist es, welche die Verschiedenheit der Körper hinsichtlich ihres festen, flüssigen und luftförmigen (sogen. Aggregat-) Zustandes (die Cohäsion) bedingt; sie ist der Grund für die Erscheinungen des Lebens, des Lichtes, der Farbe, der Wärme, der Elektricität, des Magnetismus, der chemischen Erscheinungen, des Schalles. Die Kräfte, welche zwischen den kleinsten Theilchen der Körper auf unmeßbare kleine Entfernungen thätig sind, hat man mit dem Namen „Molecularkräfte" belegt.

Massen- und Molecularbewegungen können sich gegenseitig (und zwar nach bestimmten Mengenverhältnissen) in einander umsetzen, die eine kann in die andere verwandelt werden, die eine kann die andere hervorrufen und dabei scheinbar verschwinden. So kann z. B. Wärme (die Bewegung der Atome und ihrer Aetherhüllen) in Bewegung einer größeren Masse (mechanische Bewegung) umgewandelt werden (beim Arbeiten von Dampfmaschinen), und umgekehrt entwickelt das Arbeiten von Maschinen wieder Wärme. Was aber in einander übergeht und sich ersetzt, das muß gleichartig sein. Die Wärme kann also nichts Anderes sein, als eine Art von Bewegung, sie ist Molecularbewegung. Ebenso können die verschiedenen Molecularbewegungen ebenfalls in einander übergeführt werden, z. B. Wärme in Licht und Elektricität, letztere in Licht, Schall in Wärme ꝛc. Berühren sich zwei Körper

oder stehen sie durch einen dritten (die Luft, den Aether) mit einander in Verbindung, so können die Molecularbewegungen des einen sich den Molecülen des anderen mittheilen oder die Bewegungen dieser Molecüle verändern. In dieser Weise denkt man sich die Einwirkung jeder Kraft, und Kraft wäre sonach die Ursache einer Bewegung oder Veränderung, die Fähigkeit eines Körpers, auf einen anderen bewegend oder verändernd einzuwirken.

Auf der Umwandelung der verschiedenen Molecularbewegungen in einander, sowie auf der Umsetzung der Molecularbewegung in Massenbewegung und umgekehrt, beruht das Princip von der Erhaltung der Kraft, vermöge dessen keine Bewegung und kein Kraftaufwand in der Welt verloren geht. Von allen Kräften, welche wir in der Natur thätig sehen, wie von der Wärme, dem Lichte, der Elektricität, mechanischen Bewegung ꝛc., kann nichts verloren gehen. Ueberall, wo wir scheinbar eine Kraft verschwinden sehen, verwandelt sie sich nur in eine neue Kräfteform, die aber der scheinbar verloren gegangenen Kraft ganz gleichwerthig ist, denn diese Umsetzung geschieht nicht willkürlich, sondern derart nach bestimmten Gleichgewichtszahlen (Aequivalenten), daß dabei ebensowenig die geringste Menge Kraft verloren geht, wie bei der Umsetzung des Stoffes. Wir können keine Bewegung herstellen, der nicht ein gleichzeitiges Erlöschen einer anderen Bewegung entspricht. In allen Fällen, wo Kräfte in die Erscheinung treten, läßt sich nachweisen, aus welchen anderen Kräften oder Kraftwirkungen dieselben herstammen. Dieses Gesetz von der Erhaltung der Kraft bildet mit dem Gesetze von der Erhaltung des Stoffes, nach welchem aller Stoff, der im Weltall vorhanden ist, weder einer Vermehrung noch einer Verminderung unterliegt, ein allgemeines Naturgesetz, welches das Wirken sämmtlicher Naturkräfte in ihren gegenseitigen Beziehungen zu einander beherrscht. Ebenso wie die Materie unzerstörbar ist, ebenso ist auch die derselben zukommende Kraft unvernichtbar und zwar die in Bewegung (sogen. „lebendige Kraft“) umsetzbare, ruhende Kraft (sogen. „Spannkraft“). Ebenso wie wir keinen Stoff erschaffen und keine vorhandene Materie vertilgen können, ebensowenig kann eine Kraft neu erschaffen werden und eine vorhandene verloren gehen; Kraft und Stoff bleiben unvertilgbar, wenn es auch oft den Anschein hat, als ob sie neu entständen oder untergingen. Keine Bewegung in der Natur geht aus Nichts hervor oder in Nichts über, und jeder scheinbar neu entstandene Stoff ist hervorgegangen aus schon vorhandenem. Jede Bewegung und jede Materie verdankt ihr Dasein einem unermeßlichen, ewig gleichen Kraft- und Stoffvorrath und giebt das diesem Entliehene früher oder später auf irgend eine Weise an die Gesammtheit zurück.

Auch im menschlichen Körper gehen alle Bewegungserscheinungen und Kraftleistungen nach dem genannten Gesetze der Erhaltung der

Kraft vor sich, und die auf unseren Körper von außen einwirkenden Bewegungen (Kräfte) erfahren in ihm nur eine Verwandelung, nehmen nur eine andere Form an. So kommen Sehen und Hören einzig und allein durch Molecularbewegungen zu Stande und diese gehen einestheils außerhalb unseres Körpers vor sich und bilden hier die Licht- und Schallwellen, anderntheils finden sie innerhalb unseres Seh- und Gehörorgans statt und tragen sich hier auf eigenthümlich gebaute, leicht in Schwingung zu versetzende Gebilde, auf Nerven und Gehirn, über.

In der Wissenschaft pflegt man beim Auftreten von Bewegungsvorgängen zu sagen: Es sind *Spannkräfte* freigeworden und diese haben sich in *lebendige Kräfte* umgesetzt und letztere erscheinen nun als *Leistungen* oder *Arbeiten*. Im menschlichen Körper sind vorzugsweise die Verbrennungsprocesse (die Verbindung der Körperbestandtheile mit Sauerstoff) die Ursache des Freiwerdens von lebendigen Kräften (sie sind sogenannte „*auslösende Kräfte*“) und die Größen der Leistungen des Organismus hängen von dem Umfange der Oxydationsprocesse und von den durch die oxydirbaren Stoffe repräsentirten Spannkraftmengen ab.

Unter *Spannkräften* versteht man Eigenschaften der freien Elementarstoffe, welche wie die übrigen Eigenschaften dieser Stoffe (Cohäsion, chemische Verwandtschaft, Schwere) zu ihrem innersten Wesen gehören und als Ursachen zu Bewegungen angesehen werden können (als mögliche Energie oder als Kraftvorrath, als in Bewegung umsetzbare, ruhende Kräfte eines Körpers, im Gegensatze zu den schon in Bewegung befindlichen, welche *lebendige Kräfte* genannt werden). Bei Verbindungen der Elemente unter einander werden diese Kräfte in zusammengesetzten Körpern aufgespeichert, aber ohne thätig zu sein. Durch Hinzutritt eines Stoffes, welcher diese Verbindung zu trennen im Stande ist, wie z. B. des Sauerstoffs bei der Oxydation, treten diese ruhenden (latenten) Kräfte in Thätigkeit (werden frei) und werden damit zu sogen. lebendigen Kräften d. h. zu Erscheinungen von Massen- oder Molecularbewegungen der Materie (zu thatkräftiger Energie oder Arbeitsleistung). — Bei allen chemischen Verbindungen werden die Spannkräfte hauptsächlich in Wärme verwandelt, doch geht ein Theil dabei immer in Elektricität über; kein chemischer Vorgang scheint ganz ohne Elektricitätsentwickelung möglich zu sein. — Daß lebendige Kräfte wieder in Spannkraft umgewandelt werden können, beweist das Leben der Pflanze, denn diese verbraucht Wärme und Luft, um aus Kohlensäure Kohlenstoff und Sauerstoff zu bilden, in welchen Elementen sich nun diejenigen Spannkräfte wieder aufspeichern, welche früher bei der Bildung von Kohlensäure frei wurden. Pflanzen- und Thierreich bedingen sich also gegenseitig insofern, als die Pflanze lebendige Kraft verbraucht und in Spannkraft verwandelt, indem sie die Kohlensäure reducirt (in ihre Elemente zerlegt), während das Thier durch seine Oxydationsprocesse die von der Pflanze in ihren Geweben aufgespeicherte Spannkraft wieder in lebendige Kraft (in Wärme und Bewegung) umwandelt. So ist mit dem unaufhörlich zwischen Thier- und Pflanzenwelt stattfindenden Kreislauf des Stoffes (s. S. 70) auch ein ununterbrochener Kreislauf der Kraft eng und innig in stetem Wechsel verknüpft.

Die Kraft einer gespannten elastischen Feder (Uhrfeder) ist das beste Beispiel, um die Aufspeicherung eines gewissen Kraftquantums in den freien Elementen und ihren Verbindungen anschaulich zu machen. Die Uhrfeder wird durch die Hand des Menschen mit Aufwand eines gewissen Kraftquantums gespannt (aufgezogen); die aufgewendete Kraft, welche zum Aufziehen der Feder erforderlich war, ist damit in der Feder aufgespeichert. So lange das Uhrwerk nach dem Aufziehen nicht in Gang gesetzt ist, bleibt die in der Feder aufgespeicherte Kraft

schlummernd (latent). Es genügt aber ein kleiner Anstoß, um die Spannkraft der Feder auszulösen (frei zu machen). Sie verwendet nun die ihr übertragene Kräftemenge zur Bewegung des Mechanismus; sie leistet mit anderen Worten Arbeit und zwar so viel als bei ihrer Spannung aufgewendet wurde. — In den Bestandtheilen des Schießpulvers sind eine Anzahl von Spannkräften aufgespeichert; sobald der entzündende Funke hinzutritt, werden dieselben frei und gehen in Wärme, Licht und mechanische Kraft über.

Die Quelle aller Kräfte ist schließlich Licht und Wärme, und alle auf der Erde vorkommenden Kräfte können von der Sonne abgeleitet werden. „Das fließende Wasser, der strömende Wind, die Wärme des thierischen Körpers, die Verbrennbarkeit des Holzes, der Steinkohle u. s. w. lassen sich ohne Weiteres auf die Sonne beziehen. Durch Verbrennen des Holzes und der Steinkohle kann die ganze Menge der einst verschwundenen Sonnenwärme wieder zum Vorschein gebracht werden. Die Kraft, mit welcher die Locomotive dahinbraust, ist ein Tropfen Sonnenwärme, durch eine Maschine in Arbeit umgesetzt, ganz ebenso wie die Arbeit, welche im Gehirn des Denkers Gedanken schafft oder in dem Arme des Arbeiters Nägel schmiedet.“ (Büchner.) Die vielfältigen Kräfte unseres Erdballs sind eben nur verschiedenartige Formen der Sonnenkraft.

II. Abtheilung.

# Das Buch vom gesunden Menschen.

Bau und Verrichtung der menschlichen Organe.

## Bau des menschlichen Körpers.

**Aeußeres des Menschen.** Der menschliche Körper zeigt im Ganzen wie in seinen einzelnen Theilen hinsichtlich der Form, der Größe, des Umfangs, des Gewichts und der Haltung große Verschiedenheiten, doch halten sich diese stets innerhalb bestimmter Grenzen: nach Rasse, Klima, Boden, Geschlecht, Lebensweise, Gebräuchen und nach manchen anderen individuellen Verhältnissen. — Immer spricht sich am Körper trotz seiner großen Verschiedenheiten eine schöne Symmetrie zwischen den einzelnen Theilen, besonders zwischen der rechten und linken Körperhälfte aus. Wohl nie stehen aber die verschiedenen Organe und Systeme des Körpers, sowie deren Thätigkeiten im vollkommensten Gleichgewichte mit einander, sondern stets überwiegt eines oder mehrere derselben die anderen. Dadurch erhält jeder Körper eine eigenthümliche Beschaffenheit und diese nennt man Constitution, d. i. also der Inbegriff von Eigenschaften, welche dem Körper vermöge des eigenthümlichen Verhaltens der ihn zusammensetzenden Theile dauernd zukommt. Dieselbe ist meist angeboren und forterbend; doch kann sie auch durch nachträgliche Einflüsse (Alter, Klima, Lebensweise) bisweilen mehr ausgebildet oder verändert, erworben oder getilgt werden. Die äußeren Kennzeichen der Constitution bilden den Habitus. Eigentlich ist die Constitution, als durch ein Mißverhältniß der normalen Harmonie der Systeme und Thätigkeiten erzeugt, schon für eine Abweichung von der absoluten Gesundheit, als der erste Anfang von Krankheit, als normale Krankheitsanlage anzusehen; jedenfalls begünstigt sie die Entstehung bestimmter Krankheiten. — Da das verschiedene Verhalten der der Vegetation dienenden Systeme auch eine Verschiedenheit in der Thätigkeit des Nervensystems, vorzüglich auch des psychischen, erzeugt und umgekehrt die verschiedene Thätigkeit des Nervensystems Veränderungen in den vegetativen Functionen hervorruft, so steht die Constitution mit dem Temperamente (d. i. der Grad der psychischen Reaction auf äußere Eindrücke und der daraus hervorgehenden Erscheinungen) in engster Verbindung; jedes kann Ursache und Wirkung des andern sein. — Krankheiten können dem Habitus bestimmte

Eigenthümlichkeiten aufdrücken, die sich entweder am ganzen Aeußern des Körpers oder nur an gewissen Körpergegenden aussprechen, d. i. der Krankheitshabitus, welcher aber niemals Ursache, sondern stets nur Zeichen der Krankheit ist.

Den menschlichen Körper, dessen größere Abtheilungen als Kopf, Rumpf und Gliedmaßen (Extremitäten) bezeichnet werden, denkt man sich durch eine mitten durch den Körper von oben nach unten gezogene Linie (Mittellinie) in zwei gleiche Seitenhälften, in eine rechte und linke Hälfte, geschieden. An jeder Hälfte nimmt man sodann noch eine vordere oder Gesichts- und eine hintere oder Rückenfläche, sowie eine innere, nach der Mittellinie hinsehende, und eine äußere, von dieser Linie abliegende Seite an. — Der Kopf, der oberste und wichtigste Theil des Körpers, welcher sich auf dem Halse bewegt, besteht in seiner oberen Hälfte, welche Schädel genannt wird, aus einer knöchernen Kapsel für das Gehirn; seine untere Hälfte bildet das Gesicht und dieses ist mit Höhlen für Sinnesorgane versehen. — Der Rumpf oder Stamm, dessen Grundlage von der am Rücken befindlichen Wirbelsäule (mit dem Rückenmarke) gebildet wird, zerfällt von oben nach unten in Hals, Brust, Bauch und Becken. — Der Hals trägt an seiner vordern Fläche das Stimmorgan (den Kehlkopf), die Luft- und Speiseröhre, sowie mehrere große Gefäße und Nerven. — In der Brust (Thorax) bergen sich die Athmungswerkzeuge (Lungen) und die wichtigsten Organe des Blutlaufs (Herz und Gefäßstämme); im Bauche und Becken liegen die Verdauungs-, Harn- und Fortpflanzungsorgane. — Von den Gliedmaßen, die keine lebenswichtigen Organe tragen und nur mit Muskeln (und mit deren Nerven und Gefäßen) für willkürliche Bewegungen besetzt sind, verbinden sich die oberen oder Arme (aus Schulter, Oberarm, Vorder- oder Unterarm und Hand bestehend) mit der Brust, während die unteren oder Beine (aus Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß) an das Becken befestigt sind.

**Zusammensetzung des menschlichen Körpers.** Der menschliche Körper, obschon äußerst kunstvoll aus sehr vielen und verschiedenartigen Theilen zusammengesetzt, ist doch nur aus etwa fünfzehn Grundstoffen aufgebaut, nämlich: aus Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Calcium, Schwefel, Phosphor, Kalium, Natrium, Chlor, Fluor, Magnesium, Silicium, Eisen und Mangan. Diese wenigen Elemente (s. S. 30) verbinden sich unter einander auch zu nicht viel mehr als ungefähr zehn bis vierzehn sogenannten näheren Mischungsbestandtheilen, nämlich zu Wasser, Eiweißsubstanzen, leimgebenden Substanzen, Fett, Kochsalz, phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk, Kali und Natron u. s. w., von denen auf Seite 40 bis 61 die Rede war. Durch die fortwährende Umsetzung dieser wenigen Substanzen in Folge des das Leben unterhaltenden Stoff-

wechsels erzeugen sich dann vorübergehend noch mehrere Stoffe, welche entweder sofort nach ihrer Bildung aus dem Körper wieder entfernt werden oder zur Vermittelung verschiedener Processe dienen. Manche der ersteren heißen Auswurfsstoffe, Excrete, und sind im Harn und Schweiß, in der Galle und Lungenausdünstung anzutreffen, manche der letzteren werden Absonderungsstoffe, Secrete, genannt, und sind: Milch, Samen, Speichel, Magen- und Darmsaft, Schleim, Galle u. a. — Von allen Bestandtheilen des menschlichen Körpers machen die flüssigen Materien, und vorzugsweise das Wasser, den bei weitem größten Theil aus, denn sie betragen fast drei Viertheile des ganzen Körpergewichts, so daß der menschliche Körper einem mit Flüssigkeit durchtränkten Schwamme zu vergleichen ist. Die festeren Bestandtheile, welche mit Hülfe der Endosmose und Capillarität mehr oder weniger von Flüssigkeit durchfeuchtet sind, haben sich mittelst der Zellenvermehrung (s. S. 77) aus der Eizelle gebildet und besitzen theils noch die Form von Zellen, theils haben sie sich zu Röhren, Fasern und Häuten umgebildet, und diese stellen dann die verschiedenen, die einzelnen Organe zusammensetzenden Gewebe dar, wie das Knochen-, Knorpel-, Binde-, Muskel-, Gefäß- und Nervengewebe. — Die festesten derselben sind die Knochen und Knorpel; sie bilden das eigentliche Gerüste (Skelet), an welchem die meisten der weichen Theile angeheftet sind und in dessen Höhlen andere, besonders lebenswichtige Organe geschützt liegen. Durch die bewegliche Vereinigung der Knochen unter einander mittelst fester, aber biegsamer Stränge, welche Knochenbänder heißen, wird dieses Gerüste zugleich zu einem beweglichen Apparate, der im Ganzen und in seinen einzelnen Theilen durch die Muskeln oder das Fleisch nach unserer Willkür bewegt werden kann. Im Innern der von den Knochen und Muskeln umgebenen Höhlen (in der Kopf-, Wirbel-, Brust-, Bauch- und Beckenhöhle) liegen die aus verschiedenen Organen und Geweben zusammengesetzten Eingeweide, von denen einige der Ernährung und Fortpflanzung des Körpers dienen, andere dagegen die Geistes- und Sinnesthätigkeiten vermitteln.

Alle diese bis jetzt genannten Theile werden von einer größeren oder geringeren Anzahl dickerer oder dünnerer, theils baum-, theils netzförmig verbreiteter Röhren und solider weißer Fäden durchzogen. Die Röhren, auch Adern oder Gefäße genannt, haben eine doppelte Thätigkeit; die einen schaffen (als Blutgefäße) die rothe ernährende Flüssigkeit, das Blut, vom Herzen nach allen Theilen des Körpers (d. s. die Puls- oder Schlagadern, Arterien), führen es sodann langsam durch diese Theile hindurch (in Haargefäßen, Capillaren) und hierauf wieder zum Herzen zurück (durch die Blutadern, Venen). Auf diese Weise strömt das Blut, der Lebensquell, fortwährend im Kreise durch den Körper (d. i. der Kreislauf oder die Circulation

des Blutes) und kann an allen Stellen desselben Nahrungsstoffe absetzen, Untaugliches hinwegführen und an bestimmten Punkten zum Leben Unentbehrliches (Sauerstoff, Speisesaft und Lymphe) aufnehmen. Die andere Art von Gefäßen hat den Namen „Saugadern", und diese führen eine weiße, blutähnliche Flüssigkeit, welche sie theils von allen Punkten des Körpers in sich aufnehmen — d. i. der nicht verbrauchte Theil, der Ueberschuß der vom Blute durch die Haargefäßwände ausgeschwitzten Ernährungsflüssigkeit, die sogenannte Lymphe, — theils aus den Nahrungsmitteln stammt, Speisesaft (Chylus heißt und nur im Magen und Darmkanale zur Zeit der Verdauung aufgenommen werden kann. Diese beiden Flüssigkeiten, die Lymphe und der Speisesaft, werden von den Saugadern in das Blut geschafft, und erneuern dasselbe fortwährend; auf dem Wege dahin müssen sie aber erst zahlreiche äußerst feine Zellenräume in kleineren und größeren rundlichen Körpern, den Lymphdrüsen, passiren, wo sie schon dem Blute ähnlicher gemacht werden. — Die soliden, durch den Körper verbreiteten, weißlichen Fäden sind die Nerven, welche vom Gehirn und Rückenmarke ihren Ursprung nehmen und, elektromagnetischen Telegraphen gleich, die vereinzelten und sehr verschiedenartigen Theile unseres Körpers zu einem innig zusammenhängenden Ganzen verbinden. Sie geben, angeregt durch innere und äußere Reize, die Veranlassung zu den sogenannten thierischen Thätigkeiten (Empfindung und Bewegung) und sind die Vermittler der Geistesthätigkeiten.

Die äußere Oberfläche des Körpers ist mit der äußeren Haut (allgemeinen Bedeckung) überkleidet, während die innere Oberfläche desselben, d. h. die mit der Außenwelt durch die natürlichen Oeffnungen am Aeußern des Körpers in Verbindung stehenden Höhlen, von Schleimhaut überzogen sind. — Hiernach ist also der menschliche Körper seinen Bestandtheilen nach von Knochen, Knorpeln, Bändern, Muskeln, Gefäßen (Blut- und Lymphgefäßen), Nerven, Eingeweiden und Häuten aufgebaut, während derselbe hinsichtlich seiner Mischung hauptsächlich aus Wasser, eiweißartigen Substanzen (besonders Eiweiß und Faserstoff), leimgebenden Stoffen, Fett, Kochsalz, Kalk und Eisen besteht. Fortwährend findet, so lange wir leben, ein Verbrauch dieser Form- und Mischungsbestandtheile statt, und dieser zwingt uns, von den letzteren Stoffen die gehörige Menge in der richtigen Beschaffenheit in unsern Körper einzuführen. Auf diesen Bau und Stoffwechsel muß sich die vernünftige Erhaltung und physische Erziehung des Menschen gründen.

Man erinnere sich stets, daß während des Lebens ein ununterbrochener Wechsel der menschlichen Materie stattfindet, daß jeder, auch der kleinste Theil immerfort theilweise absterbt und sich dafür aus der ihn umspülenden Ernährungsflüssigkeit wieder Neues bildet, so daß der Mensch nach einiger Zeit, obschon er äußerlich noch das frühere

Ganze darstellt, doch aus ganz anderen jüngeren, jedoch den älteren abgestorbenen und aus dem Körper abgestoßenen ganz ähnlichen Bestandtheilen zusammengesetzt ist. Dieses immerwährende Sichverjüngen und Absterben (Mausern) der Körperstoffe, dessen Aufhören den Tod und dessen falsches Vonstattengehen Krankheit und abnorme Thätigkeit der Organe bedingt, wird aber dadurch unterhalten, daß von unserm Körper immerfort Stoffe aus der Außenwelt aufgenommen, der eigenen Substanz ähnlich gemacht (assimilirt) und dafür die früher aufgenommenen Stoffe, welche schon eine Zeit lang die seinigen gewesen und unbrauchbar geworden sind, wieder an die Außenwelt abgesetzt werden. — Die Aufnahme und erste Verarbeitung neuer, in den Körper aufgenommener Stoffe wird vom Verdauungsapparate, besonders im Magen und Darmkanale, besorgt. Von diesem aus tritt das Brauchbare des Genossenen durch die Saugadern (als Speisesaft, Chylus) in das Blut, wo eine weitere Verarbeitung desselben erfolgt, und zwar vorzugsweise durch den Sauerstoff, welchen wir aus der eingeathmeten Luft innerhalb der Lungen in das Blut aufnahmen. Jetzt wird nun das Ernährungsmaterial als hellrothes Blut mit Hülfe des Herzens und der Pulsadern zu allen Theilen des Körpers hingeführt, und hier schwitzt durch die zarten Wände der feinsten Aederchen (Haargefäße) hindurch aus dem Blute eine Flüssigkeit (Ernährungsflüssigkeit) aus, welche, alle Gewebe durchdringend und tränkend, denselben das Material zu ihrer Verjüngung darbietet. Zugleich dringt hier aber auch, nach dem Gesetze der Endosmose, das Abgestorbene und Flüssiggewordene der Gewebe durch die Haargefäßwände in das Blut wieder ein, so daß dieses nun von allen Theilen unseres Körpers als dunkelrothes, ärmer an Sauerstoff und Nahrungsstoff und reicher an untauglichen Materien geworden, durch die Blutadern zum Herzen zurückkehrt. Der Ueberschuß der Ernährungsflüssigkeit, welche aus den Haargefäßen austrat, aber flüssig blieb und nicht zum Aufbau der Gewebe diente, wird von den Saugadern aufgenommen und als Lymphe in das Blut wieder zurückgeführt. Die abgestorbenen Gewebsbestandtheile, welche in das Blut zurücktreten, werden durch den Sauerstoff noch höher oxydirt, und diese Verbrennung, welche wahrscheinlich nur in den Geweben, nicht aber im Blutstrome stattfindet, bereitet nicht nur jene abgestorbenen, zur Ernährung untauglich gewordenen Stoffe zur Ausscheidung aus dem Körper vor, sondern sie ist auch mit eine der Quellen unserer Körperwärme. Die Ausscheidung des Unbrauchbaren aus dem Blute und aus dem Körper geschieht mit Hülfe besonderer Organe, und diese Ausscheidungsorgane sind: die Nieren, die Haut, die Lungen und die Leber.

Sonach ist also das Blut der Mittelpunkt des Stoffwechsels, der wahre Lebensquell, denn dieses nimmt nicht blos alles Ernährungs- und Kraft-erzeugende Material in sich auf und schafft es nach allen

Theilen unseres Körpers hin, sondern entfernt auch diejenigen Stoffe aus unserm Körper, welche durch den Gebrauch untauglich geworden sind. Die wichtigste Aufgabe zur Erhaltung des menschlichen Körpers ist es deshalb, dem Blute diejenigen Stoffe zuzuführen, deren dasselbe zur Ernährung und zur Kraftentwickelung der verschiedenen Körper bestandtheile bedarf; das sind aber diejenigen, aus denen einestheils diese Theile zusammengesetzt sind, anderntheils ihre Bewegungskräfte erhalten. Sodann muß aber auch das Blut in seiner Reinigung, welche in Ausscheidung des Abgestorbenen, Untauglichen besteht, so wie in seinem Laufe durch den Körper so viel als möglich unterstützt werden.

a) Die **Höhe**, Länge oder Statur des menschlichen Körpers, welche stets nach Alter, Geschlecht, Vererbung und Rasse verschieden ist, wird hauptsächlich durch die Höhe des Knochengerüstes bestimmt. Sie erreicht erst im 25., ja 30. Jahre (nicht schon im 20., wie allgemein angenommen wird) ihr Maximum, und nimmt mit dem 50. Jahre wieder ab, auch ist sie am Abende, besonders nach schwerem Tagewerke, infolge der Compression der weichen Bandscheiben der Wirbelsäule gewöhnlich etwas geringer, als am Morgen. — Die Höhe des ausgewachsenen Menschen beträgt etwa $3^1/_2$ bis $3^3/_4$ mal mehr als die des Neugebornen (der etwa 50 Ctm. mißt); sie wechselt zwischen 125—190 Ctm. Die mittlere Größe des Mannes ist etwa 162—167 Ctm., während das Weib gegen 7—15 Ctm. weniger mißt. In einzelnen Fällen von sogen. Riesenwuchs ist eine Körperlänge bis zu 236 Ctm. beobachtet worden. Die Männer variiren hinsichtlich der Größe viel mehr untereinander, als die Weiber. Bei größeren Menschenschlägen sind die Weiber bei weitem kleiner, als die Männer, bei kleineren Nationen hingegen mit denselben von ziemlich gleicher Größe. Im Allgemeinen findet sich in den gemäßigten Zonen und feuchten Gegenden ein größerer Schlag von Menschen, als in den heißen und kalten Klimaten. (Besonders klein sind die Lappländer, Kamtschadalen und Grönländer). Bei größerm Wohlstande (besserer Nahrung, weniger Sorgen und Anstrengungen, in Städten) scheint die Größe zuzunehmen, während bei Armuth (Theuerung), Sorgen und Anstrengungen das Gegentheil statt findet. — Bei Neugebornen beträgt die Länge im Durchschnitte 50 Ctm.: das Kind wächst im 1. Jahre etwa 16—20 Ctm., dann bis zum 7. Jahre ungefähr 8 Ctm. jährlich. Das schnellste Wachsthum findet also in den ersten Lebensmonaten statt und dauert, doch in weit geringerm Grade, bis gegen das 7. Jahr hin, von welcher Zeit es dann langsamer von Statten geht. Um die Zeit der beginnenden Reife tritt aber noch einmal ein merklich schnelleres Wachsthum ein. Im Sommer soll die Längenzunahme des Körpers merklicher als in den übrigen Jahreszeiten sein. Ein auffallend rascheres Wachsthum wird nicht selten nach überstandenen schweren fieberhaften Krankheiten beobachtet, sowie auch darnach bei Erwachsenen oft ein merkliches Starkwerden eintritt (wahrscheinlich wegen des regern Stoffwechsels nach beschleunigter Mauserung).

b) Der **Umfang**, die **Breite** und **Dicke** des menschlichen Körpers, welche sich nach der mehr oder weniger guten Nahrung, nach der geistigen und körperlichen Beschäftigung, nach Temperament, Constitution, Rasse, Geschlecht, Alter und Familienanlage richtet, wird bedingt: durch die Entwickelung des Knochengerüstes, durch die Ausbildung der Muskulatur (bei athletischen, vollsaftigen, blutreichen Individuen) und durch Fettreichthum (wie bei Kindern, Weibern, im spätern Mannesalter mit dem Embonpoint). Auch abnorme Ablagerungen in den Höhlen und in die allgemeinen Bedeckungen (von Wasser, Luft, Blutbestandtheilen, Entzündungsproducten) können den Umfang des Körpers ab

ändern. — Man bezeichnet nach seinem Umfange den Körper als dick oder zartknochig, muskulös, fett, mager, gedunsen, geschwollen. Vorzüglich hat die Entwickelung des Kopfes, Brustkastens und Beckens großen Einfluß auf den Umfang, besonders auf die Breite des Körpers. Die größte Breite des Kopfes wechselt zwischen 13—15 Ctm., die der Brust in der Gegend der 7. und 8. Rippe zwischen 26—29 Ctm., in der Gegend der Schultern zwischen 34—39 Ctm., die des Beckens zwischen 29—31 Ctm. Beim Manne sind die Schultern breiter als das Becken; die Frau ist in beiden Regionen gleich breit, ja in letzterer breiter. — Einen magern und schlanken Körper trifft man im Allgemeinen bei den Bewohnern der heißen Erdstriche, einen dicken und breiten dagegen bei denen der kalten. — Die Oberfläche des menschlichen Körpers wird im Mittel auf $1\frac{1}{2}$ □Meter berechnet, so daß der Druck der Atmosphäre auf unsern Körper etwa 15000 Kilogramm beträgt.

c) Das **Gewicht** des Körpers, welches sehr bedeutenden Verschiedenheiten unterworfen ist (da es ja schon nach Tages- und Jahreszeiten merkliche Abweichungen zeigt), richtet sich besonders nach der Ausbildung der Knochen und Muskeln, und hängt deshalb vorzüglich von der Statur und dem Umfange des Körpers ab. Unmittelbar vor der Reife haben Mann und Weib etwa die Hälfte des Gewichts, welches sie bei vollkommener Entwickelung (wo sie ungefähr 20mal so viel als bei der Geburt wiegen) erreichen. — Im Allgemeinen kann man bei gut gebauten Körpern für 2,5 Ctm. Höhe etwa 1 Kilogramm rechnen. Für den ganzen Körper wechselt das Gewicht zwischen 50—100 Kilogramm, das mittlere beträgt beim Manne bei 157—167 Ctm. Länge $62\frac{1}{2}$—75 Kilogramm, bei der Frau bei 130—156 Ctm. Höhe 55—65 Kilogramm. Der Mann erreicht das Maximum seines Gewichtes gegen das 40., das Weib erst gegen das 50. Jahr, dann nehmen beide wieder merklich ab, so daß der Körper im hohen Alter ungefähr 6—7 Kilogramm an Schwere verloren hat. Obschon das Gewicht der Frau immer kleiner als das des Mannes ist, so kommen sie doch beide um das 12. Jahr ziemlich gleich (weil die Pubertät beim Weibe jetzt schon eintritt und den Körper durch Fettablagerung schwerer macht, was beim Knaben erst im folgenden Jahre der Fall ist). — Das specifische Gewicht*) des Erwachsenen beträgt nach mäßigem Ausathmen durchschnittlich 1,055, bei leeren Lungen und Därmen 1,129; es soll sich im Alter gleichfalls vermindern. — Das Gewicht der Neugebornen beträgt 3—4 Kilogramm und steigt im ersten Jahre auf 10, im zweiten auf 12 Kilogramm; die Zunahme bis zum 7. Jahre beläuft sich auf etwa 8 Kilogramm, so daß das Kind jetzt gegen 20 Kilogramm wiegt. Am Ende des 14. Jahres beträgt das Gewicht des Knaben durchschnittlich 40, das des Mädchens 38 Kilogramm. Das weibliche Kind ist schon von Geburt an leichter als das männliche. — Zunahme des Gewichts bei Kranken und in der Wiedergenesung ist ein gutes Zeichen.

d) Um die **Verhältnisse, Proportionen** der Körpertheile zu ergründen, wählen die Künstler diesen oder jenen Theil des Körpers als Maßeinheit, die neueren die Kopf- und Gesichtshöhe, die alten dagegen die Fußlänge. Jedenfalls giebt der Fuß noch ein bestimmteres Maß ab als der Kopf, da dieser bei schlankem Wuchse kleiner wird. Jedoch kann eigentlich weder der Kopf allein, noch der Fuß allein bei Bestimmung der Proportionen zu Grunde gelegt werden, sondern es muß der Kopf der Maßtheil für den Rumpf, die Hand für die obere, der Fuß für die untere Gliedmaße sein. — Natürlich zeigen sich bei den verschiedenen Geschlechtern, Menschenrassen und Nationen mehrfache Abweichungen in den Verhältnissen der Körpertheile zu einander. — Bei der natürlichen Stellung des Menschen mit der hohlen Hand am Körper fällt die Mitte der Länge so ziemlich in die Mitte der Geschlechtstheile;

*) Bekanntlich die Zahl, welche angiebt, wieviel mal der Körper bei 0° schwerer ist, als der gleiche Rauminhalt Wasser von 4° C.

das obere Viertel reicht vom Scheitel bis zur Magengrube, das untere vom Knie bis zur Ferse. Beim Weibe kommt aber des längern Rumpfes wegen die Mitte der Körperlänge höher am Rumpfe zu liegen, als beim Manne. Bei ausgestreckten Armen beträgt das Maß von der Spitze des einen Mittelfingers bis zu der des andern gerade so viel, als das vom Scheitel bis zur Ferse (der Mensch klaftert genau so viel als seine Höhe beträgt, er bildet ein vollkommenes Quadrat). — Die alten Künstler gaben ihren Statuen 6, $6^1/_2$ bis 7 Fußlängen, die neueren theilen den Körper in 10 (meist $8^1/_2$) Gesichts- oder 8 (meist $7^1/_2$) Kopflängen. Frühere Messungen bestimmen die Maße so: das Gesicht hat 3 Nasenlängen, die Augenbreite (der Raum zwischen beiden Augen) beträgt $^1/_2$ der Gesichtslänge, eben so viel der Raum zwischen dem innern Augenwinkel und der Grundfläche der Nase; der Mund ist $^1/_4$ der Gesichtslänge breit. Der Hals (vom Kinne bis zum Brustbeine) hat $^2/_3$ der Gesichtslänge. Die Brust (von der Hals- bis zur Magengrube) hält 1 Gesichtslänge, eben so viel ist es von der Halsgrube zur Achsel; von der Halsgrube zur Brustwarze, und von einer Brustwarze zur anderen 1 Gesichtslänge; von einer Schulter zur anderen $2^1/_2$ Gesichtslängen. Bauch: von der Herzgrube zum Nabel 1 Gesichtslänge, eben so viel vom Nabel bis zu den Geschlechtstheilen. Obere Gliedmaßen: Oberarm 2 Gesichtslängen, Vorderarm $1^1/_4$, Hand 1 Gesichtslänge (Mittelfinger $^1/_2$). Untere Gliedmaßen: Oberschenkel 2, Knie $1^1/_2$, Unterschenkel 2 Gesichtslängen. — Nach Arnold kann man als Norm annehmen, daß die Höhe der Vorderseite des Kopfes, mit 3 multiplicirt, die Länge des Rumpfes (vom Kinne bis zur Schambeinfuge), die Länge der Hand, mit 3 multiplicirt, die des Ober- und Unterarms, und die Länge des Fußes, mit 3 multiplicirt, die des Ober- und Unterschenkels giebt. Die Höhe der Vorderseite des Kopfes beträgt im Mittel beim Manne etwa 21 Ctm., die des Rumpfes 62,5 Ctm., die Länge des Fußes 23,5 Ctm., die des Ober- und Unterschenkels 75,5 Ctm., die Länge der Hand 18,3 Ctm., die des Ober- und Unterarms 55 Ctm.

c) **Symmetrie** des Körpers. Der menschliche Körper besteht aus einer Menge von Gebilden und Abtheilungen, die bald eine mehr oder weniger vollkommene Uebereinstimmung (Symmetrie), bald eine größere oder geringere Aehnlichkeit (Analogie) mit einander haben. Durch eine senkrechte Mittellinie wird der Körper in eine rechte und eine linke Seitenhälfte getheilt, in deren jeder so ziemlich dieselben Organe (paarige) und zwar in derselben Entfernung von der Mittellinie sich befinden. Die in der Mittellinie selbst liegenden Organe sind unpaarige, und bestehen größtentheils aus zwei gleichen Hälften; doch giebt es auch noch einige wenige unpaarige Organe, die nur in einer Seitenhälfte oder in der Mittellinie liegen und keine Symmetrie in ihren beiden Seitenhälften zeigen. — Die seitliche Symmetrie zeigt sich am deutlichsten an der äußeren Oberfläche; hier erscheint der Körper wie aus 2 seitlichen, in der Mitte verschmolzenen Abschnitten gebildet. Auch geschieht wirklich bei der Entwickelung an mehreren unpaarigen symmetrischen Organen eine Verschmelzung zweier getrennt sich bildenden Hälften in der Mittellinie. Durch diese seitliche Symmetrie ist nicht nur die Schönheit des Körpers bedingt, sondern auch ein Gleichgewicht zwischen beiden Körperhälften und eine Uebereinstimmung der Empfindung doppelt vorhandener Sinnesorgane hergestellt. Bei der Mehrzahl der Menschen ist die rechte Hälfte stärker entwickelt als die linke und deshalb wird der rechte Arm mehr gebraucht. Bei linkshändigen Menschen ist der linke Arm von Natur aus stärker und deshalb bedienen sie sich desselben von früher Kindheit an. Die stärkere Entwickelung des rechten Armes und die von ihr abhängige größere Gebrauchstüchtigkeit hängt, wie die mitunter vorkommende Linkshändigkeit, von rein anatomischen Verhältnissen ab. Im normalen Zustande entspringt nämlich die rechte Schlüsselbeinpulsader, welche den rechten Arm versorgt, näher am Herzen

als die linke. Die Druckkraft des Herzens übt daher einen größern Einfluß auf sie als auf die linke Schlüsselbeinpulsader. In Folge dieses größern Druckes erhalten die rechte Schlüsselbeinpulsader sowie alle ihre Verzweigungen mehr Blut als die linke, der rechte Arm wird daher reichlicher ernährt und stärker entwickelt als der linke. Abnormer Weise entspringt aber mitunter die linke Schlüsselbeinpulsader näher am Herzen als die rechte. Die Druckkraft des Herzens übt nun einen größern Einfluß auf die linke als auf die rechte, der linke Arm wird stärker wie der rechte und deshalb im Gebrauche vor dem letztern bevorzugt.

f) **Formverschiedenheiten.** Obschon die äußere Form des menschlichen Körpers im Allgemeinen stets dieselbe ist, so zeigen sich an derselben doch auch beachtenswerthe Verschiedenheiten, welche durch Alter und Geschlecht, Rasse und Nation, Beschäftigung und Gewohnheiten, Constitution und Temperament, sowie auch durch Krankheiten bedingt werden.

1. Formverschiedenheiten nach dem Alter. Die allgemeinen Formen des Körpers wechseln von der ersten Kindheit bis in das späteste Alter nur sehr wenig. Beim Neugebornen und noch lange Zeit beim Kinde herrscht die Entwickelung der obern Körperhälfte vor; die Beine sind sehr kurz, der Rumpf lang, besonders der Brustkasten (weil die Organe in seinem Innern schon eine beträchtliche Größe haben); der Bauch erscheint wegen des stark nach vorn gesenkten Beckens (also auf Kosten der Schenkel) vergrößert; der Kopf und ganz vorzüglich der Schädel sind verhältnißmäßig am größten. Der Kopf bildet beim neugebornen Kinde $^1/_4$, im dritten Jahre $^1/_5$ und beim Erwachsenen $^1/_8$ des übrigen Körpers. Hand und Fuß sind im Verhältnisse zum Arme und Beine um so größer, je jünger das Kind. Bei der Geburt haben die oberen und unteren Gliedmaßen fast gleiche Länge, doch bei der etwas langsameren Entwickelung der letzteren sind jene im 10. Jahre um 2,6 Ctm., im 20. um 5 Ctm. länger. Beim Greise wird das Gesicht durch den Verlust der Zähne und das Abschleifen der Kiefer niedriger.

2. Formverschiedenheiten nach dem Geschlechte. Das Geschlecht hat ebenso großen Einfluß auf die Form, wie auf die Statur, den Umfang, das Gewicht und die Proportionen des Körpers. Im Allgemeinen besteht der physische Geschlechtscharakter des Weibes: in einer geringeren Größe, in weniger scharfen, mehr gerundeten und angenehmeren Umrissen der äußeren Theile; in einer größeren Zartheit und Weichheit der festen Theile; in einer stärkeren Entwickelung der niederen organischen Gewebe (Zellgewebe, Fett), in einer größeren Lockerheit des Körpers im Allgemeinen und in der eigenthümlichen Bildung der Geschlechtsorgane. Aus dieser Geschlechtseigenthümlichkeit (weiblicher Habitus, weibliche Bildung) geht hervor, daß das Weib in physischer Beziehung dem Manne etwas nachsteht; es vermag deshalb das Weib auch nicht dieselben Kraftanstrengungen zu äußern wie der Mann, aber es zeigt, wie die niederen Thiere, eine größere Ausdauer in den seinem Baue entsprechenden Anstrengungen und ersetzt die erlittenen Verluste leichter. Deshalb entbehrt es z. B. den Schlaf leichter und erträgt große Blutverluste und fremde Klimata im Allgemeinen viel besser als der Mann. Uebrigens bedarf es zu seiner vollkommenen Entwickelung nicht so lange Zeit als der Mann, und durchläuft seine verschiedenen Lebensstufen rascher als dieser. — Die männliche Form charakterisirt sich durch eine gewisse Schroffheit, die weibliche durch Sanftheit; bei dieser ist wegen der größeren Fettablagerung unter der Haut die Körperoberfläche von wellenförmigen Linien begrenzt; bei jener erscheinen alle Umrisse wegen der hervortretenden kräftigen Muskeln, Sehnen und Knochen schärfer und eckiger. Am bedeutendsten spricht sich aber die Geschlechtseigenthümlichkeit in der Bildung des Beckens, Brustkastens und Kopfes aus, denn das Becken ist bei der Frau weit breiter und mit einer viel größeren Höhle versehen, der Unterleib größer und der Brust-

kasten dagegen schmäler und enger, der Kopf wegen der geringeren Größe des Gehirns kleiner als beim Manne. Kurz der Bau des weiblichen Körpers zeigt deutlich, daß der Beruf des Weibes ein anderer als der des Mannes ist, und zwar der, Mutter zu sein.

3. Formverschiedenheiten nach der Rasse. Sie beziehen sich hauptsächlich auf die Bildung des Kopfes, sowie auf das Verhältniß des Schädels zum Gesicht und in diesem auf das Vor- oder Zurücktreten einzelner Gegenden, besonders der Stirn, des Hinterhauptes, der Wangen, Kiefer und Zähne. Die Größe des Schädels steht aber mit der Entwickelung des Gehirns, und diese mit der Ausbildungsfähigkeit der Geistes- oder Seelenthätigkeiten im engsten Zusammenhange (krankhafte Zustände natürlich ausgenommen). Je höher die geistige Ausbildung eines Menschenstammes, um so größer ist der Schädel im Vergleich zum Gesicht, desto mehr tritt die Stirn vor und die Kiefer und Wangen zurück, desto größer ist der Gesichtswinkel.

4. Formverschiedenheiten nach der Constitution und dem Temperamente (s. S. 97) sind selten sehr ausgeprägt. — 1) Das cholerische, warmblütige, feurige, raschthätige Temperament des Zorns und der Leidenschaften, der Arbeit und des Fleißes), mit leichter Erregbarkeit, aber Stärke und Nachhaltigkeit der Erregungen, fällt in der Regel mit der robusten, straffen Constitution zusammen. Hier findet sich eine energische Blutbildung und Blutmauserung, viel Blut, kräftiges Thätigsein der Athmungs-, Blutlaufs- und Verdauungsorgane, bedeutende Widerstandsfähigkeit gegen äußere und innere Einflüsse, große körperliche und geistige Kraft. Der Bau des Körpers ist hier kräftig, doch mehr mager und behend, als plump; die Theile haben eine bedeutende Festigkeit, das Muskelsystem ist stark entwickelt; der Kopf mit breiter Stirn, spitzer, meist gebogener Nase, mit großem Munde, hervorragendem Kinn, dunklen feurigen Augen, dichten lockigen Haaren; Hals kurz, Nacken kräftig, Schultern schmal, Brust breit, Hautfarbe gelblich-bräunlich. Der Puls ist voll, der Athem kräftig, die Stimme stark, sonor, die Sprache rasch. Das cholerische Temperament kommt am ausgeprägtesten im mittlern Lebensalter und beim männlichen Geschlechte, in südlichen Himmelsstrichen, nationell bei Spaniern, Italienern und Korsen vor. — 2) Das melancholische, schwerblütige, in sich thätige, beharrliche Temperament (des Gemüthes und Selbstgefühls), mit schwerer Erregbarkeit, aber starker und anhaltender Reaction, erschwerter Blutbildung und Blutmauserung; das Blut verjüngt sich hier unvollkommen. Das Gehirn und Rückenmark sind stark, dagegen die Brust- und Baucheingeweide weniger entwickelt. Es entspricht dieses Temperament der torpiden Constitution. Der Melancholiker ist meist lang und hager, mit schwachen Muskeln, hohem Kopf und Hals, großen, glanzlosen, matten, grünlichen Augen, überhaupt stark entwickelten Sinnesorganen, schlichten, schwarzen Haaren, weichen Gesichtszügen; die Wirbelsäule ist lang, die Schultern schmal, die Brust platt, die Haut blaß und graulich. Die Circulation und das Athmen sind langsam, die Stimme klanglos, die Bewegungen langsam, aber nicht träge. Es findet sich dieses Temperament am häufigsten in der 2. Hälfte des mittlern Lebensalters, nationell bei den Engländern, Orientalen, Arabern, Indern. — 3) Das sanguinische, leichtblütige, flüchtige Temperament (der Bewegungen, Phantasien und des Gemüths), mit leichter Erregbarkeit und flüchtiger Reaction, überwiegender Blutmauserung. Es verbindet sich mit der sogen. floriden, erethisch-sanguinischen (nervös-arteriellen) Constitution. Der Körper ist schlank, die Haut blühend, zart, weich und weiß, die Muskeln kräftig, aber mager, die Knochen dünn, das Auge blau oder braun, die Nase klein, das Kinn rund, der Hals lang, die Brust schmal und lang; die Bewegungen rasch und unstät, die Stimme mehr weichlich, die Sprache schnell. Dieses Temperament findet sich vorzugsweise im Kindes- und Jünglingsalter, in gemäßigten Himmelsstrichen, nationell bei den Franzosen und Polen. — 4) Das phleg-

matische, kaltblütige, träge Temperament mit schwerer Erregbarkeit und geringer vorübergehender Reaction, Ueberwiegen des Ernährungsprocesses über die willkürlichen Bewegungs- und Geistesthätigkeiten, Ueberfluß an Fett. In der Regel ist bei diesem Temperamente, welches sich durch Trägheit aller Functionen auszeichnet, die leukophlegmatische, lymphatische Constitution vorhanden. Der Körper ist schwammig, wohlbeleibt, die Haut weich, kühl, blaß, gedunsen, das Haar fahl, das Auge mattblau, grau, ruhig, die Stirn klein, die Wangen schlaff, der Hals kurz, rund und fett; Athem und Puls ist langsam, Gang und Sprache träge. Dieses Temperament kommt besonders vor im Greisenalter, beim weiblichen Geschlecht, in kalten, feuchten und sonnenarmen Gegenden, nationell bei den Holländern.

5. Formverschiedenheiten nach Beschäftigung und Gewohnheit. Die Beschäftigungen und Gewohnheiten üben auf den Körper keinen geringen Einfluß aus und vermögen seine Form bisweilen sehr zu verändern, theils indem ein angebornes Vorwiegen einzelner Theile ausgeglichen oder ein einzelnes Organ durch einseitige Uebung stärker entwickelt wird, während andere durch Nichtgebrauch schwinden, theils durch Erzeugung von Krankheiten (besonders Brust- und Gelenkkrankheiten), welche auffallende Veränderungen in der Körperform nach sich ziehen. Es ist zu berücksichtigen: ob das Geschäft körperliche oder geistige Anstrengung verlangt; die Körperstellung dabei; der Ort, wo das Geschäft betrieben wird; die Stoffe, mit denen umgegangen, und die Luft, welche dabei eingeathmet wird. — So haben Tänzer meist magere Arme und dagegen starke Waden und Schenkel, Schmiede herkulische Arme bei oft sehr mageren Beinen; Bäcker sogen. Bäcker- oder X-Beine; Schuhmacher u. A. in Folge des Anstemmens des Leistens und des gebückten Sitzens Vertiefungen der unteren Brustgegend; Schneider Krümmungen des Unterschenkels; bei stehenden Handwerkern finden sich dicke Beine (mit Geschwüren, Blutaderknoten u. s. w.).

6. Durch Krankheiten wird die Form des Körpers nicht selten auffallend verändert; vorzüglich geschieht dies durch Krankheiten der Wirbelsäule, des Beckens, der unteren Gliedmaßen, überhaupt der Gelenke, und besonders auch durch manche Lungenkrankheiten, sowie durch solche Uebel, welche eine abnorme Zu- oder Abnahme des Körperumfanges mit sich führen.

## Menschenrassen oder Menschenstämme.

Die Menschen, welche die verschiedenen Gegenden des Erdballs bewohnen, zeigen in ihren körperlichen Charakteren sehr beträchtliche Verschiedenheiten, namentlich in der Form von Schädel und Antlitz, in der Farbe der Haut und in der Beschaffenheit des Haares. Ebenso weichen sie auch in ihren geistigen Anlagen, Neigungen und Leistungen bedeutend von einander ab. Erst mit Ende des 18. Jahrhunderts haben die Naturforscher begonnen, den Grad und überhaupt die besondere Natur jener Verschiedenheiten der Völker zu sichten und festzustellen. Blumenbach war der Erste, dem es gelang, aus der fast endlosen, scheinbar unentwirrbaren Verschiedenheit der die Erde bewohnenden Menschenarten eine bestimmte Anzahl von großen, durch mehr oder minder scharf ausgeprägte Züge sich auszeichnenden Hauptstämmen oder Rassen (Grundtypen) hervorzuheben. Er gründete sie hauptsächlich auf die Unterschiede in der Schädelform und in der Hautfarbe, erkannte

aber selbst an, daß eine vollkommen scharfe Scheidung derselben nicht durchzuführen sei und daß die scheinbar ganz verschiedenen Arten doch meistens durch eine Kette von vermittelnden Uebergangsformen mit einander verknüpft seien. — Blumenbach unterschied bekanntlich 5 Rassen, von denen er 3, die kaukasische, mongolische und äthiopische, als hervorragende Endglieder, 2 dagegen, die malayische und amerikanische, mehr als Mittelglieder betrachtete.

Was die Schädelbildung betrifft, so unterscheidet man nach Retzius als zwei extreme Formen: Langköpfe und Kurzköpfe. Bei den Langköpfen (Dolichocephali) ist der Schädel lang gestreckt, schmal, von rechts nach links zusammengedrückt (vorherrschend bei Negern und Australiern), bei den Kurzköpfen (Brachycephali) dagegen kurz und breit, von vorn nach hinten zusammengedrückt (vorherrschend bei den Mongolen). Zwischen diesen beiden Extremen stehen die Mittelköpfe (Mesocephali), welche bei den Amerikanern vorherrschen. In jeder dieser 3 Gruppen kommen weiterhin vor: Schiefzähnige (Prognathi), bei denen die Kiefer wie bei der thierischen Schnauze stark vorspringen und die Vorderzähne schief nach vorn gerichtet sind; und Geradzähnige (Orthognathi), bei denen die Kiefer wenig vorspringen und die Vorderzähne senkrecht stehen. So einfach und annehmbar dieses Eintheilungsprincip erscheint, so hat es sich doch für eine konsequente Durchführung wenig geeignet erwiesen, da es nahe verwandte Völker willkürlich weit von einander trennt und ganz verschiedenartige Stämme in eine Gruppe zusammenbringt. — Nach Haeckel und dem Sprachforscher Friedrich Müller liefert die Beschaffenheit der Behaarung und der Sprache, weil diese sich viel strenger als die Schädelform vererben, weit bessere Anhaltspunkte für die Classifikation der menschlichen Arten*).

Nach dem Blumenbach'schen Systeme werden die folgenden Rassen angenommen:

1. Die **kaukasische Rasse** zeichnet sich vor den anderen Rassen durch den großen rundlich-symmetrischen Schädel mit hoher und gewölbter Stirn und ovalem Gesicht, durch die senkrecht gestellten Zähne und die vorherrschend weiße oder gelblich-weiße Haut aus. Die Haare sind weich, glatt oder großlockig, der Bart stark entwickelt. Die Kaukasier, etwa 500 Millionen an der Zahl und nach den Mongolen am ausgebreitetsten auf

*) Freilich erscheint auch dieses System gekünstelt, da auch die Beschaffenheit der Haare und der Sprache nicht zu den beharrlichen Merkmalen zählen, sondern vielfachem Wechsel und Wandel unterliegen. Oskar Peschel stellte deshalb ein auf geographische und natürliche Verhältnisse gegründetes System auf und unterschied 7 Rassen und Gruppen: 1. Australier und Tasmanier, 2. Papuas und Melanesier, 3. Mongolen (zu denen er auch Malayen, Polynesier und Amerikaner zählt), 4. Drawidas (Urbewohner Vorderindiens), 5. Hottentotten und Buschmänner, 6. Neger, 7. Mittelländer. Seine 3. Klasse wird von neueren Forschern in Mongolen, Malayo Polynesier und Amerikaner zergliedert.

der Erdoberfläche, erstrecken sich über ganz Europa (mit Ausnahme der Lappen und Finnen, Magyaren und Türken), über Südwest-Asien und über das nördliche Afrika.

2. Die **mongolische Rasse**, etwa 3—400 oder 4—500 Millionen an Zahl und am ausgebreitetsten auf der Erdoberfläche, zeichnet sich aus: durch gelbliche Hautfarbe, durch fast viereckigen Kopf mit niedriger Stirn, durch breites, plattes Gesicht mit vorspringenden Backenknochen, mit kurzer, stumpfer, breiter Nase, schiefstehenden enggeschlitzten Augen, kräftigem und etwas hervortretendem Gebisse. Die Haare sind schwarz und schlaff herabhängend, der Bart schwach entwickelt. — Die mongolische Rasse, die meist eine kleine, untersetzte, aber volle Gestalt zeigt, bildet die Hauptbevölkerung Asiens und ist in Nordamerika durch die Eskimos, in Europa durch die Finnen und Lappen, die Magyaren und vielleicht einen Theil der Türken vertreten.

3. Die **amerikanische Rasse**, etwa 13 Millionen an Zahl, hat eine bräunliche, kupferfarbene Haut, langes, schwarzes, schlaff-hängendes Haar, kurze Stirn, tiefliegende Augen, breites Gesicht mit vorstehenden Backenknochen, dicken Lippen und gebogener Nase. Diese Rasse ist über ganz Amerika, mit Ausnahme des von den Eskimos bewohnten höchsten Nordens, verbreitet. Sie besteht aus den Ureinwohnern Amerikas, wird aber von den kaukasischen und anderen Eindringlingen immer mehr und mehr zurückgedrängt, so daß ihr gänzliches Aussterben zu erwarten ist.

4. Die **äthiopische Rasse**, etwa 100—250 Millionen an Zahl, zeichnet sich aus: durch schwarze oder schwarz-braune Haut, schwarzes, wolliges, krauses Haar, schmalen und von den Seiten zusammengedrückten Kopf, schmalen Schädel mit weit zurücktretender, niedriger, kugeliger Stirn, dicke wulstige Lippen, kurze und unten breite Nase, vorspringendes Gebiß mit schräg stehenden Zähnen, lange Arme mit schmalen Händen, kurze Beine mit mageren Waden und Plattfüßen. Dieser Rasse gehören Neger, Kaffern und Hottentotten an.

5. Die **malayische Rasse**, etwa 200 Millionen an Zahl, kennzeichnet sich durch schwärzlich-kastanienbraune Hautfarbe, ähnelt im Schädel und Gesichte den Negern, unterscheidet sich aber von diesen durch rauhes, schlichtes oder leicht gekräuseltes (nie wolliges) Haar, sehr dicken Bauch, stark behaarten Rumpf und merkwürdige Magerkeit aller Glieder und wird von den Malayen, Polynesiern und Australiern gebildet.

Nach der Beschaffenheit des Kopfhaares und der Sprache theilen Haeckel und Friedrich Müller die Menschenarten in 12 Arten und 36 Rassen ein, von denen die vier niederen Arten sich durch wollige Beschaffenheit der Kopfhaare, die acht höheren Menschenarten durch schlichtes Haar auszeichnen. Die Wollhaarigen zerfallen in zwei Gruppen, in Büschelhaarige und Vließhaarige. Die Schlichthaarigen werden getrennt in Straffhaarige und Lockenhaarige. Bei den Wollhaarigen ist jedes Haar bandartig abgeplattet und erscheint auf dem Querschnitt länglich rund; bei den Schlichthaarigen ist das Haar cylinderisch und auf dem Querschnitt kreisrund.

A. **Woll-** oder **kraushaarige** Menschen sind sämmtlich schiefzähnige Langköpfe, stehen auf der tiefsten Entwickelungsstufe und sind alle Bewohner der südlichen Erdhälfte. Es giebt Büschelhaarige und Vließhaarige.

1. **Büschelhaarige**: Papuas und Hottentotten; bei ihnen wachsen die Kopfhaare ungleichmäßig vertheilt in kleinen Büscheln.

1. Papuas: Negritos (Malakka, Philippinen); Neuguineer (Neuguinea); Melanesier (Melanesien); Tasmanier (Vandiemensland). Die Tasmanier, von welchen 1815 noch 5000 lebten, sind seit 1876 ausgestorben. Die Papuas sind von schwarzer Hautfarbe, haben eine schmale eingedrückte Stirn, große aufgestülpte Nase und dicke aufgeworfene Lippen.

2. Hottentotten: Hottentotten und Buschmänner (Capland). Sie haben gelblichbraune Hautfarbe, sehr glattes Gesicht, kleine Stirn, kleine Nase mit großen Nasenlöchern, breiten Mund mit großen Lippen, schmales spitzes Kinn. Das Gesäß der Weiber zeichnet sich durch Anhäufung großer Fettmassen aus (Steatopygie).

II. **Wollhaarige**: Kaffern und Neger, mit gleichmäßig über die ganze Kopfhaut vertheiltem Wollhaare.

3. Kaffern: Zulukaffern, Beschuanen, Congokaffern (östliches, centrales, westliches Südafrika); mit gelblichbrauner, braunschwarzer oder rein schwarzer Haut, langem, schmalem Gesicht, hoher gewölbter Stirn, vorspringender Nase und spitzem Kinn; die Lippen nicht so stark aufgeworfen.

4. Neger oder Nigritier, der schwarze Mensch: Tebu- und Sudan-Neger (Sudan); Senegambier (Senegambien). Sie haben schwarze, sammetartig anzufühlende Haut mit übelriechender Ausdünstung, flache niedrige Stirn, dicke breite Nase, stark wulstige Lippen, kurzes Kinn. Sie sind ausgezeichnet durch fast gänzlichen Mangel der Waden und sehr lange Arme.

B. **Schlichthaarige** Menschen werden mehr und mehr zu geradzähnigen Mittel- und Kurzköpfen. Das Kopfhaar ist niemals wollig, kann aber stark gekräuselt sein; sie zerfallen in Straff- und Lockenhaarige.

I. **Straffhaarige**: Australier, Malayen, Mongolen, Arktiker und Amerikaner. Bei ihnen ist das Kopfhaar ganz glatt und straff, nicht gekräuselt.

5. Australier: Nord- und Südaustralier. Sie stehen unter allen schlichthaarigen Menschen am tiefsten, ihre Haut ist schwarz oder schwarzbraun und übelriechend. Die Schädelform noch stark schiefzähnig und langköpfig, die Stirn zurücktretend, Nase breit, Lippen dick aufgeworfen, Waden fast gänzlich mangelnd.

6. Malayen: Sundanesier (Sunda-Archipel), Polynesier (Pacifischer Archipel) und Madagassen (Madagascar). Sie stehen in körperlicher Bildung den Mongolen am nächsten, ziemlich nahe aber auch den lockigen Mittelländern. Der Schädel meist kurzköpfig, Hautfarbe braun (bald gelblich oder zimmetbraun, bald mehr röthlich oder kupferbraun), Gesicht breit mit vorspringender Nase und dicken Lippen.

7. Mongolen: Indochinesen (Tibet, China), Corea-Japaner (Corea, Japan), Altajer (Mittel- oder Nordasien, Uralier (Nordwestasien, die Finnen und Lappen in Nordeuropa, die Magyaren in Ungarn). Die Mehrzahl ist kurzköpfig, wie Kalmücken und Baschkiren, oder mittelköpfig, wie Tartaren und Chinesen. Die Hautfarbe ist gelblich, das Gesicht rund und mit enggeschlitzten, oft schiefstehenden Augen, vorstehenden Backenknochen, breiter Nase und dicken Lippen; das Haar schwarz und straff.

8. Arktiker oder Polarmenschen (eine Abzweigung der mongolischen Menschenart): Eskimos und Grönländer (nördlichstes Amerika), Hyperboräer (Jukagiren, Tschuktschen, Kurjäcken und Kamtschadalen im nordöstlichen Asien). Ihre Statur ist niedrig und untersetzt, die Schädel-

form mittel- oder sogar langköpfig, Augen schief geschlitzt, Backenknochen vorstehend, Haar schwarz und straff, Haut röthlich oder bräunlich.

9. Amerikaner (Rothhäute): Nord-, Mittel- und Südamerikaner, Patagonier (südliches Amerika). Sie sind meistens Mittelköpfe, ihre Stirn sehr breit und niedrig, Nase groß, vortretend und oft gebogen, Backenknochen vorstehend, Lippen dünn, Haut zwischen schmutzig-gelb, zimmetbraun und kupferroth. Das Haar schwarz und straff.

II. **Lockenhaarige**: Drawidas, Nubier und Mittelländer. Das Haar ist meistens mehr oder weniger lockig, der Bart mehr als bei Anderen entwickelt.

10. Drawidamensch, eine uralte Species, die nur noch durch die Dekhaner (südliches Vorder-Indien) und Singhalesen (Ceylon) vertreten ist. Gesicht oval, Stirn hoch, Nase vorspringend und schmal, Lippen wenig aufgeworfen, Haut licht- oder dunkelbraun, Bart stark.

11. Nubier: Dongolesen (Nubien), Fulater (Fula-Land in Mittelafrika). Gesicht oval, Stirn hoch und breit, Nase vorspringend, Haar schlicht oder lockig, schwarz oder dunkelbraun, Haut gelblich oder rothbraun. Bart stärker als bei den Negern.

12. Mittelländer, auch gewöhnlich kaukasische Rasse genannt, die höchst entwickelte und vollkommenste Menschenart, mit heller Hautfarbe von reinem Weiß bis zum dunklen Braun, Haar stark und mehr oder weniger lockig, Bart stärker als bei allen übrigen Arten. Schädel überwiegend mittelköpfig; Zähne senkrecht stehend (orthognath); großes Ebenmaß im Körperbau. Zu ihnen gehören: die Kaukasier (Kaukasus), Basken (nordwestliches Spanien), Semiten (Arabien, Nordafrika), Indogermanen (Südwest-Asien, Europa). Die Basken und Kaukasier existiren nur noch in geringen Ueberbleibseln.

Die hamosemitische Rasse spaltete sich schon sehr früh in den egyptischen oder afrikanischen Zweig (Hamiten), bestehend aus der alten Bevölkerung von Egypten, den Berbern und Aethiopiern, und in den arabischen oder asiatischen Zweig (Semiten); der letztere trennte sich in zwei Hauptäste: in die Araber (Südsemiten: Araber, Abessinier und Mauren) und Urjuden (Nordsemiten: die ausgestorbenen Assyrier und Babylonier, die Syrier, Chaldäer und Samariter, die Phönicier und die Juden oder Hebräer).

Die indogermanische Rasse, die Spitze aller Menschenrassen, spaltete sich sehr früh in den ario-romanischen Zweig, mit den Ariern (Indier und Iraner) und Gräcoromanen (Griechen und Albanesen, Italer und Kelten) und in den slavo-germanischen Zweig, mit den Slaven (Russen und Bulgaren, Czechen und Balten) und Germanen (Scandinavier und Deutsche, Niederländer und Angelsachsen).

Mischrassen. Seit den ältesten Zeiten haben sich die verschiedenen Rassen unter einander vermischt und halbschlächtige Producte erzeugt, die meist die Mitte zwischen den beiden Eltern halten, bisweilen mit einem schwachen Uebergewicht des männlichen Geschlechts über das weibliche, oder der höheren Rasse über die niedrigere.

Nach Girtanner erzeugt der **weiße** Mensch mit dem schwarzen: den Mulatten, mit diesem den Terzeron (Morissio), mit diesem den Quarteron (Albino), mit diesem den Quinteron, welcher wieder weiß ist. — Der weiße Mensch zeugt mit dem olivengelben, braunen und zimmetfarbenen den gelben, rothen und braunen Mestizen; mit diesem den Castizen. — Die Mulatten unter sich zeugen Mulatten (Casken). — Der **schwarze** Mensch zeugt mit dem zimmetbraunen den Kabuyl oder schwarzen

Karaiben; mit dem Mulatten die Cabros oder Griffos. Außer diesen giebt es noch verschiedene Mischrassen durch Verbindungen dieser. — Nach einer anderen Nomenklatur heißen die durch Kreuzung zwischen Weißen und Negern erzeugten Sprößlinge Mulatten, zwischen Weißen und Indianern Mestizen, zwischen Weißen und Mestizen Kreolen, zwischen Negern und Mulatten Quarteronen, zwischen Negern und Indianern Chino und zwischen Negern und Mulatten Sambo. — An bestimmender Kraft ist die weiße Rasse der rothen und schwarzen, die rothe der schwarzen, das männliche Geschlecht dem weiblichen überlegen.

Weiße Neger, Leucaethiopes. Kakerlaken, Albinos (Bastards, Dondos), wurden früher für eine besondere Rasse gehalten. Es giebt jedoch unter allen Menschenarten dergleichen Individuen und diese sind eigentlich Kranke, an angeborener Weißsucht (Leukopathie) Leidende, denen der dunkle Farbstoff in der Haut, im Haar und Auge fehlt, weshalb sie weiße Haare und Haut, sowie ein rothes Augen-Innere zeigen und das Tageslicht gewöhnlich nicht ertragen können.

## Mensch und Affe.

Obschon der weiße Mensch in seinen körperlichen und geistigen Charakteren sich hoch über die Affenwelt erhebt (vorzugsweise durch die ein schöneres Ebenmaß zeigende Gestaltung, den aufrechten Gang, die articulirte Sprache, welche er seinem vollkommener entwickelten Gehirn und höher ausgebildeten Kehlkopf verdankt, die kunstvolle Hand, die gleichmäßige Entwickelung aller Sinne und die Fähigkeit in allen Gegenden der Erde leben zu können) und als höchste Spitze der viel gestaltigen Form der Organismen anzusehen ist, besteht doch keine scharfe und ausgeprägte Grenze zwischen den niedrigen Menschenrassen und den hochstehenden Affenarten. Denn die Unterschiede, welche den niedern Menschen vom Gorilla und Schimpansen trennen, sind nicht so groß, als diejenigen, welche diese hochstehenden Affen von den niedrigeren Affenarten sondern. Es läßt sich nachweisen, daß von den höheren Affen ein jeder besondere Eigenthümlichkeiten besitzt, durch welche er sich dem Menschen nähert und anderntheils vertheilt sich die Affenähnlichkeit der Menschen bei den verschiedenen Völkern auf einzelne Körperabschnitte, so daß jedes Volk, auch die höchststehenden nicht ausgenommen, mit einem mehr oder minder charakteristischen Erbstück dieser Verwandtschaft bedacht ist. Soviel steht unbestritten fest, daß der Mensch in der Reihe der immer vollkommener werdenden Säugethiere dem Affen am nächsten steht, und sich den sogenannten Menschenaffen oder Anthropoiden anschließt. Als Stammvater des Menschen ist jedoch kein einziger der jetzt noch lebenden Menschenaffen anzusehen; die Stammform ist längst ausgestorben.

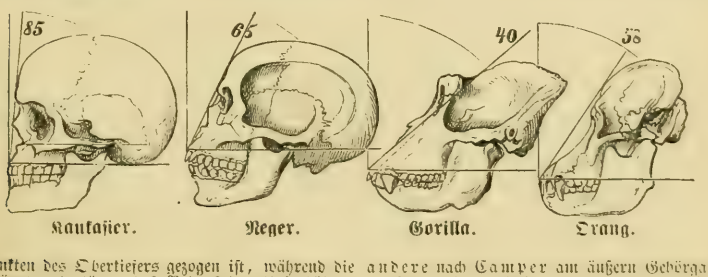
Von den Menschenrassen haben die meiste Affenähnlichkeit die Australier oder Australneger durch die Länge und Breite des Fußes, die Schmalheit der Beine, die Dünnheit der Waden, die breite Nase, den breiten Mund und die langen Arme. Nach ihnen die Neger: durch die seitliche Zusammen-

drückung des Schädels, die Stellung der Zähne, die spätere Verknöcherung des Zwischenkieferbeins, das kleinere Gehirn mit seinen einfacheren Windungen, das schmale Becken und die langen Arme. — Von den Menschenaffen (Anthropoiden) nähert sich der Gorilla am meisten durch seine Gliedmaßen dem Menschen, denn vermöge der Bildung seines Fußes und der Muskeln seines Beines kann er mit der geringsten Anstrengung aufrecht stehen und gehen; dagegen steht er in Bezug auf Schädel und Gehirn weit hinter den anderen Menschenaffen zurück. Der Orang, welcher in seinen Gliedmaßen dem Menschen am unähnlichsten, ist ihm hinsichtlich seines Gehirns und der Zahl der Windungen desselben am ähnlichsten, der Schimpanse hinsichtlich der Schädelbildung und des Zahnbaues, der Gibbon durch den Bau des Brustkorbes. — Daß zwischen fossilen Menschen und anthropoiden Affen Zwischenglieder fehlen, spricht nicht gegen die gemeinsame Abstammung beider, da Unterbrechungen zwischen verwandten Formen durch Aussterben bedingt sein und Zwischenglieder möglicher Weise auch noch aufgefunden werden können.

**Unterschiede zwischen Mensch und Affe.** Das Organ, welches den Menschen vornehmlich über das Thier erhebt, ist das Gehirn, dessen Arbeit man als geistige Thätigkeit bezeichnet. Von ihm hängt die Größe und Form des obersten Theiles des Kopfes ab, welchen man Hirnschädel nennt und welcher eine knöcherne Hülle um das Gehirn bildet. Der vorn unter dem Schädel befindliche Theil des Kopfes heißt Antlitz- oder Gesichtstheil. Im Allgemeinen läßt sich behaupten, je höher die geistigen Fähigkeiten eines Menschen- oder Thierstammes stehen, um so größer ist der Schädel im Vergleiche zum Gesichte, desto mehr tritt die Stirn hervor und das Gesicht zurück. Beim Menschen wiegt in der That der Schädel bedeutend vor gegen das Antlitz, während beim Affen der Gesichtstheil stark entwickelt ist und schnauzenartig vortritt, der Schädel und die Stirn aber sich nach hinten zurückziehen. Auch sind beim Affenkopfe die Muskelansätze des Schädel-Gesichtstheiles weit vorspringender und auffallender als beim Menschen.

Der Gesichtswinkel*), welcher jedoch nicht immer maßgebend ist, beträgt bei den Menschen etwa 65—85 Grad, bei den höheren

*) Der **Gesichtswinkel** wird von zwei Linien gebildet, von denen die eine, an einem von der Seite gesehenen Kopfe, von dem hervorragendsten mittlern Theile der Stirn gerade über die Nase abwärts bis zu den hervorstehendsten mittleren, vor den inneren Schneidezähnen liegenden




Punkten des Oberkiefers gezogen ist, während die andere nach Camper am äußern Gehörgang anfängt und längs des Bodens der Nasenhöhle zur ersten Linie verläuft oder nach Cuvier über die Zahnzellen der Oberkinnlade hingezogen wird. — Je spitzer der Winkel ist, unter welchem beide Linien zusammenstoßen, desto überwiegender ist das Kauwerkzeug über das Verstandesorgan, das Thierische über das Menschliche (Geistige).

Affen 30—60. Das Verhältniß zwischen Schädel und Gesicht ist bei den Anthropoiden in der Jugend entschieden menschenähnlicher und wird erst mit dem Heranwachsen thierischer. — Die Höhle des Schädels, in welcher das Gehirn seine Lage hat, ist beim Menschen viel umfangreicher als bei den Anthropoiden und ebenso ist dieser Hirnraum bei den höher entwickelten Menschen viel beträchtlicher als bei den niederen. Während (nach Owen) der Innenraum des Schädels bei den Europäern 96 Cubikzoll beträgt, hat er bei den Malayen 86, bei den Negern 82, bei den Australiern 75, beim Gorilla, Orang und Schimpansen nur 28—30. Jedoch kommen ebenso bei den verschiedenen Menschen- und Affenarten individuelle Abänderungen der Gehirnmenge vor, die in weiten Grenzen schwanken. Was das Gehirn anbetrifft, so beziehen sich alle Verschiedenheiten zwischen Menschen- und Affengehirn nur auf untergeordnete Charaktere und auf die Entwickelung der Hirnwindungen (welche beim menschlichen Embryo mit den Stirnlappen, beim Affen mit den Schläfenlappen beginnt) besonders während des Fruchtlebens. — Mit der Form des Kopfes steht die Einlenkung desselben auf der Wirbelsäule im engsten Zusammenhange; dieselbe findet sich nämlich an der tiefsten Stelle des Schädels, während sie bei den Thieren weiter nach rückwärts liegt; das Hinterhauptsloch befindet sich fast in der Mitte des Schädelgrundes, so daß der Kopf auf der Wirbelsäule in seinem Schwerpunkte ruht und also kein sehr starkes Nackenband nöthig ist, um ihn zu halten, und keine so kräftigen Muskeln, um ihn zu bewegen. Bei den großen Affen ist dieses Loch, wegen der schnauzenförmigen Verlängerung des Gesichts, weiter nach hinten gerückt als beim Menschen, ebenso liegt es beim Neger weiter hinten als beim Europäer. Die Schädelaxe, welche beim Affen fast geradlinig ist, zeigt sich in Folge des Aufrechtgehens beim Menschen doppelt geknickt und das Hinterhauptsloch stellt sich horizontaler. — Der Schädel des neugebornen Affen ist dem des neugebornen Menschen sehr ähnlich, wird demselben aber dadurch immer unähnlicher, daß die Nähte beim Affen in anderer Weise als beim Menschen verknöchern. Bei ersteren verwächst nämlich die Stirnnaht sehr zeitig und dadurch wird das weitere Zunehmen des Vorderschädels und Vordergehirns merklich gehemmt. Dagegen bleiben am Schädelgrunde und am Zwischenkiefer die Nähte länger offen und ermöglichen so das Hervorwachsen der Thierschnauze. Beim Menschen verhält sich diese Verknöcherung umgekehrt und daher kommt es, daß mit dem Wachsthum des Affen auch eine auffallende Umgestaltung seiner Geistesthätigkeit eintritt. Junge Affen sind weit gelehriger als alte Affen und als kleine Kinder.

Im Antlitz des Menschen springen die knöchernen Geruchs- und Kauwerkzeuge nicht so hervor, wie bei den Affen, dagegen ist das vorspringende rundliche Kinn ein wesentliches Merkmal des Menschen in allen seinen Rassen, nur das Kinn des Negers tritt sehr wenig hervor. — Der Zwischenkieferknochen, welcher die 4 Schneidezähne des Oberkiefers trägt und beim jungen Affen deutlich sichtbar ist, besteht auch beim ungebornen Menschen, wird aber bereits vor der Geburt durch Verknöcherung der Zwischenkiefernähte unkenntlich. Dieser Knochen wurde Jahrhunderte hindurch dem Menschen abgestritten und als charakteristisches Unterscheidungsmerkmal zwischen Mensch und Affe angesehen. Goethe und Vic d'Azyr haben jedoch fast gleichzeitig diesen Knochen beim Menschen nachgewiesen. — Das Gebiß des Menschen stimmt in der Zahl und Gruppirung der Zähne mit dem der Anthropoiden überein, nicht so in der Gestaltung, denn der Affe mit Thiergebiß hat stark vorstehende Eckzähne und schiefgestellte Schneidezähne. Die geschlossene Zahnreihe unterscheidet ferner auch den Menschen von den Affen, deren lange Eckzähne je in eine Lücke des gegenüberliegenden Kiefertheils eingreifen. Jedoch findet sich hin und wieder bei Negern eine Zahnlücke zwischen dem Eckzahn und dem äußern Schneidezahn des Oberkiefers. Die 3 hinteren Backzähne, von welchen

bei den Affen der erste der kleinste und der letzte der größte ist, verhalten sich beim Menschen gerade umgekehrt und der letzte oder sog. Weisheitszahn scheint sogar bei den höheren Menschen ganz verschwinden zu wollen.

Der Bau der Wirbelsäule ist bei den Affen und bei den Menschen seinen wesentlichen Grundzügen nach übereinstimmend, nur ist bei dem Menschen seines aufrechten Ganges wegen die Wirbelsäule schlangenförmig gekrümmt, während bei dem Affen diese Krümmung ganz fehlt oder wie bei dem Gorilla und Schimpansen nur sanft angedeutet ist. Bei kleinen Kindern, welche noch nicht gelernt haben die Last ihres Leibes senkrecht zu tragen, noch nicht aufsitzen und laufen können, fehlen die 4 Krümmungen der Wirbelsäule ebenfalls. Im Verhältniß zu den Thieren besitzt der Mensch die kürzeste Wirbelsäule und deshalb dehnt sich der Rumpf mehr seitwärts aus. — Der Brustkasten des Menschen ist nicht wie beim Affen seitwärts zusammengedrückt, sondern in seinem Querdurchmesser breit; am abweichendsten ist der Brustkorb des Gorilla, welcher auch 13, bisweilen 14 Rippenpaare hat. — Das Becken ist beim Menschen weiter und größer und der Bauch rundet sich nach unten und außen, während er sich bei den Thieren, wo das Becken enger ist, einwärts zieht. Nur der Mensch hat breite, fleischige, mit gerundeten, den After verbergenden Hinterbacken versehene Hüften, an welche sich starke, kräftige Schenkel anschließen. Die lange und schmale Beckenform des Negers ähnelt der der Anthropoiden. — An den oberen Gliedmaßen oder Armen zeigen sich die Schultern breit, rundlich hervortretend; die Arme sind des ungemein freien Schultergelenkes, sowie der Verbindung des Vorderarms und der Hand wegen der freiesten Bewegung fähig. Die menschliche Hand zeichnet sich durch ihren langen, freibeweglichen und starken Daumen und die ganz gerade zu streckenden, mit weichen Nägeln versehenen Finger aus. Des kunstvollen Baues der Hände wegen erklärte schon Anaxagoras den Menschen für das vernünftigste Geschöpf, Galen aber für den Beherrscher der Erde. — Die unteren Gliedmaßen oder Beine, welche mit dem Rückgrate in einer Linie liegen, sind mit starken muskulösen, gerundeten Oberschenkeln, platten Kniescheiben, vollen Waden, deutlicher Kniekehle, breiten Fersen, kurzem Mittelfuße und mit kurzen gerundeten Zehen (mit flachen kurzen Nägeln) versehen. Nur der Mensch kann mit gestreckten Knien aufrecht gehen; überhaupt befähigt der anatomische Bau den Menschen nicht nur zum aufrechten Gang, sondern zwingt ihn dazu. Der Fuß giebt nämlich eine feste, hinlänglich breite und sich leicht bewegende Grundlage, welche sich ohne Schwierigkeit der verschiedenen Neigung des Bodens anpaßt, er ist nach abwärts ausgehöhlt, und gewährt dadurch den Muskeln, Gefäßen und Nerven Schutz gegen Druck; sein Mittelfuß (welcher um so kürzer ist, je höher das Thier in der organischen Bildung steht) ist sehr kurz und bildet mit dem Unterschenkel einen rechten Winkel, so daß die ganze Last des Körpers nur auf den gerundeten Ballen der Ferse fällt (während sie bei den Thieren auf der Stelle ruht, wo die Zehen beginnen); die Zehen sind kurz und nicht zum Greifen geschickt, wohl aber befördern sie die Leichtigkeit des Laufens und Springens durch die Elasticität, welche besonders durch die stete Spannung ihrer Beugemuskeln bestimmt ist. Uebrigens wird bei manchen Menschenstämmen der Fuß noch sehr oft als Greiforgan benutzt; bei ihnen ist dann die große Fußzehe viel weiter von den übrigen Zehen entfernt als bei den höherstehenden Rassen. Mit dem aufrechten Gange steht ferner die Bildung und Einlenkung des Kopfes, die Form des Rumpfes (besonders der Wirbelsäule), die Lage der Brust- und Baucheingeweide, und selbst die Einrichtung der Geschlechtsorgane im Einklange. Die Gliedmaßen, Fuß und Hand des Negers tragen einen mehr thierischen Charakter als beim Europäer, besonders ist die Fußbildung des Negers auffallend der des Gorilla ähnlich.

Der Grundplan, nach welchem der Körper des Menschen und des Affen aufgebaut ist, sowie die allmählichen Uebergänge von den höheren Affen zu den niederen Menschen, müssen zur Annahme der von Lamarck, Haeckel und Darwin entwickelten Abstammung des Menschen aus der Affenwelt und einer allmählichen Heranbildung seiner besonderen Charaktere, auf dem Wege der Ererbung, der Entwickelung vortheilhafter Abweichungen und deren naturgemäßer Befestigung durch weitere erbliche Uebertragung führen. Wenn nun aber auch der Mensch die am vollkommensten organisirte, am meisten leistungsfähige Form unter allen lebenden Wesen ist, so beruht doch seine Vollkommenheit nicht etwa auf einer aufs höchste gesteigerten Fähigkeit seiner einzelnen Geistes- und Körperorgane, sondern weit mehr auf deren *überaus harmonischem Einklang*. Es sind nicht alle Theile des menschlichen Körpers vollkommener als die entsprechenden der Thiere, sondern es kommen bei den verschiedensten Thierformen mannigfache Fälle von einer einseitig höheren Ausbildung des einen oder andern Organs vor. So hat der Mensch keineswegs vor allen Thieren das feinste Gehör, den schärfsten Geruch, die schnellste Bewegung, das weitsehendste Auge u. s. w. Jedenfalls unterscheiden die geistigen Charaktere, die seinem höher entwickelten Gehirn zukommen, den Menschen in weit stärkerm Grade als die körperlichen vor allen übrigen Säugethieren. — Die Frage, ob alle Menschen von einem *einzigen ersten Paare* abstammen, ist eine müßige, indem die Descendenztheorie nachweist, daß der Mensch nur durch einen *langsamen Umbildungsproceß* aus einer ausgestorbenen Affenart sich *entwickelt* haben kann und daß es ebenso wenig ein erstes Paar Affen, wie ein erstes Menschenpaar gegeben haben mag. Bezüglich der Entstehung der Menschenarten stehen sich im Wesentlichen zwei Parteien gegenüber. Die eine (Monophyleten) behauptet den einheitlichen Ursprung aller Menschenarten, die andere (Polyphyleten) läßt die verschiedenen Menschenarten selbstständig entstehen. Nach Häckel dürfte im weitern Sinne die monophyletische Ansicht die richtige sein, insofern die verschiedenen Menschenarten alle von einer gemeinsamen Affenform abstammen; im engern Sinne dürfte die polyphyletische Anschauung ihre Berechtigung haben, weil sich die verschiedenen Menschenarten, wie die verschiedenen Ursprachen, wahrscheinlich unabhängig von einander entwickelt haben, indem sich verschiedene Zweige der aus den Affen entstandenen sprachlosen Urmenschen sich selbstständig ihre Ursprache bildeten. — Die Frage, wo *die ersten Menschen lebten*, oder richtiger, wo sich unsere Urzeuger aus einer längst ausgestorbenen anthropoiden Affenart entwickelt haben, wird zur Zeit dahin beantwortet, daß dies entweder das südliche Asien, das östliche Afrika oder ein im indischen Ocean versunkener Continent gewesen sei, welcher dereinst Südasien mit Südafrika verband und von Sclater *Lemuria* benannt worden ist. —

Ueber das eigentliche Alter des Menschengeschlechts läßt sich etwas Bestimmtes nicht angeben, namentlich ist eine bestimmte Zahlenangabe nach Jahren unmöglich, da die Entwickelung des Menschen aus der Affenwurzel jedenfalls so allmählich vor sich gegangen ist, daß man gar nicht mit Bestimmtheit anzugeben vermag, wann eigentlich der Mensch nicht mehr Affe war und als Mensch bezeichnet werden konnte. Die fossilen Menschenreste deuten mit Bestimmtheit darauf hin, daß die Existenz des Menschen tief in die Quartärzeit hineinreicht.

Der Erdball, dessen Durchmesser $1718^{7}/_{8}$ geographische Meilen (= 12732375 Meter), der Umfang 5400 geograph. M. (= 39999975 Meter) und die Oberfläche (zu $^{2}/_{3}$ mit Wasser überdeckt) $9^{1}/_{4}$ Millionen Quadratmeilen (= $294681^{2}/_{3}$ Millionen Quadrat-Meter) beträgt, wird von etwa $1454^{1}/_{2}$ Millionen Menschen bewohnt, wovon auf Europa gegen 316 Millionen, auf Asien 834, auf Afrika 205, auf Amerika 95, auf Australien und Polynesien $4^{1}/_{2}$ Millionen kommen. — Die Zahl der Sprachen wird auf 860 (sogar bis auf 3064) nebst 5000 Mundarten mit folgender Vertheilung angegeben: Europa 53, Asien 153, Afrika 115, Amerika 422 und Australien 117. — Der Religion nach unterscheidet man Monotheisten (Bekenner eines Gottes) und Polytheisten (Bekenner mehrerer Götter, Heiden) und rechnet man zu ersteren 7 Mill. Juden, 350 Mill. Christen, 120 Mill. Muhamedaner. Unter den 800 Millionen Polytheisten sind die pantheistischen Anhänger des Brahma und Buddha am zahlreichsten (über 300 Millionen). — Im nördlichen Deutschland befinden sich (nach älteren Angaben) unter 1000 Personen: 498 männlichen und 502 weiblichen Geschlechts, 172 in einem Alter von 1 bis 6 Jahren, 148 von 7 bis 13 Jahren, 120 von 14 bis 19 Jahren, 368 von 20 bis 44 Jahren, 129 von 45 bis 59 Jahren, 63 von 60 bis 90 Jahren. Nur unter ungefähr 3900 Personen befindet sich eine, welche das 90. Jahr überschritten hat. Das erwerbfähigste Alter vom 20. bis 59. Jahre zählt sonach beinahe 500 Personen unter 1000. — Es sterben alljährlich etwa 33 Mill. Menschen, also täglich 91954, in jeder Minute 60.

Nach Mayr (die Gesetzmäßigkeit im Gesellschaftsleben) werden in den der statistischen Controle unterworfenen Ländern etwa 106 Knaben zu 100 Mädchen geboren. Durch die größere Sterblichkeit der Knaben vor und in den ersten Jahren nach der Geburt wird in den gesellschaftlich und sittlich zumeist entscheidenden Jahren meist ein ziemliches Gleichgewicht der Geschlechter hergestellt. Im spätern Leben sterben mehr Männer wie Frauen und es verbleibt daher in vielen Ländern bei Berücksichtigung der Gesammtbevölkerung ein Weiberüberschuß, wie dies für Europa feststeht (1021 Frauen auf 1000 Männer). Die Weiberüberschüsse einzelner Länder werden zum großen Theile durch Männerüberschüsse anderer ausgeglichen. So treffen auf 1000 männliche Personen in Großbritannien und Irland 1043, in Oesterreich 1041, im Deutschen Reich 1037 Personen weiblichen Geschlechts, während in Nord-Amerika auf 1000 männliche 978, bei der weißen Bevölkerung nur 972 weibliche Personen treffen.

Nach den Ergebnissen der Zählung von 1871 stellt Mayr folgende Tabelle über den Altersaufbau der deutschen Bevölkerung zusammen:

| Altersgruppen. | Zahl der auf die einzelnen Altersgruppen treffenden Personen. |
|---|---|
| 101 tes Lebensjahr und darüber | 496 |
| 96 stes bis 100 stes Lebensjahr | 1,523 |
| 91 „ „ 95 „ „ | 7,367 |
| 86 „ „ 90 „ „ | 32,480 |
| 81 „ „ 85 „ „ | 107,839 |
| 76 „ „ 80 „ „ | 276,304 |
| 71 „ „ 75 „ „ | 584,406 |
| 66 „ „ 70 „ „ | 880,097 |
| 61 „ „ 65 „ „ | 1,259,242 |
| 56 „ „ 60 „ „ | 1,494,859 |
| 51 „ „ 55 „ „ | 1,938,006 |
| 46 „ „ 50 „ „ | 2,129,143 |
| 41 „ „ 45 „ „ | 2,246,319 |
| 36 „ „ 40 „ „ | 2,581,053 |
| 31 „ „ 35 „ „ | 2,891,090 |
| 26 „ „ 30 „ „ | 3,216,247 |
| 21 „ „ 25 „ „ | 3,547,114 |
| 16 „ „ 20 „ „ | 3,745,751 |
| 11 „ „ 15 „ „ | 4,270,570 |
| 6 „ „ 10 „ „ | 4,625,672 |
| 1 „ „ 5 „ „ | 5,192,715 |
| Zusammen: | 41,028,293 |
| Außerdem Alter nicht ermittelt: | 30,487 |

Die mittlere Lebensdauer wird dadurch gefunden, daß die Gesammtsumme der von einem gleichalteriger Personencontingente durchlebten Zeit durch die Zahl der Personen dividirt wird. Die correcte Feststellung der mittleren Lebensdauer setzt natürlich voraus, daß die ganze Absterbeordnung abgeschlossen vorliegt. Eine correct berechnete mittlere Lebensdauer für eine ganze Bevölkerung giebt es jedoch gegenwärtig noch nicht.

## Apparate des menschlichen Körpers.

Vereinigen sich mehrere Organe (s. S. 79) von verschiedenem Bau, verschiedener chemischer Zusammensetzung und von verschiedener Thätigkeit und stehen einer bestimmten, wichtigen Lebensverrichtung vor, so nennt man die Gesammtheit dieser Organe einen Apparat. — Im menschlichen Körper gehen die Lebensverrichtungen mit Hülfe des Bewegungs-, Ernährungs-, Verstandes- und Fortpflanzungsapparates vor sich.

### A. Kraft- und Bewegungsapparat des menschlichen Körpers.

Der menschliche wie der thierische Organismus sind Bewegungs- und Kraftmaschinen*), die sich in Betreff ihrer Leistungen (Fortbewegen

*) Unter den zur Arbeit verwendeten thierischen Organismen (Pferd, Maulesel, Esel, Ochse) besitzt das Pferd die höchste Arbeitskraft. Unter einer

und Heben von Lasten) ganz gut mit den Bewegungs- und Kraftmaschinen unserer Mechanik (besonders mit Dampfmaschinen) vergleichen lassen. Aber der Mechanismus der Bewegung und Arbeitsleistung des menschlichen und thierischen Körpers ist von den Maschinen unserer Mechanik noch durchaus nicht erreicht.

Die Maschine des menschlichen Organismus zerfällt wie alle Kraftmaschinen in zwei getrennte Haupttheile: in ein System passiv bewegter Maschinentheile (d. s. die Knochen mit ihren Bändern und Gelenken) und in die activ bewegenden Theile, in denen die Kraft der Bewegung erzeugt wird (d. s. die Muskeln und Bewegungsnerven). Bei dieser Erzeugung spielen Verbrennungsvorgänge (s. S. 89) und die bei diesen freiwerdende Wärme eine Hauptrolle (s. später). — Die Mechanik verwendet zur Herstellung der passiv bewegten Maschinentheile vor allem Metall, Stein und Holz, die Natur bedient sich dazu eines Materials, welches die Vorzüge der genannten Stoffe in sich vereinigt, und das ist die Knochensubstanz. Diese besitzt durch einen erdigen Bestandtheil die Festigkeit des Steines, durch einen knorpeligen Bestandtheil die Elasticität der Metalle. Die activ bewegenden Theile (Muskeln) verlangen nicht nur eine stete Speisung mit Heizungsstoffen, um lebendige Kraft entwickeln zu können (s. S. 92), sondern müssen auch, weil sie sich fortwährend abnutzen, immerfort restaurirt werden.

Wie eine Dampfmaschine, auch wenn sich deren einzelne Theile im besten Zustande befinden und richtig in einander greifen, doch nicht arbeiten kann, sobald sie nicht durch Zuführung von Brennmaterial, von Wasser und Luft gespeist (geheizt) wird, gerade so verhält es sich auch mit unserm Körper. Es ist nicht hinreichend, daß alle die zur Arbeitsleistung dienenden Organe in der besten Ordnung sind, sondern sie müssen auch, wie die Dampfmaschine, geheizt werden. Dies geschieht aber dadurch, daß unserm Körper diejenigen Stoffe von außen zugeführt werden, welche die Lebensthätigkeiten zu unterhalten im Stande sind. Diese Stoffe müssen nun solche sein, die nicht nur die Arbeitskraft unserer Organe zu unterhalten, sondern auch die abgenutzten Bestandtheile dieser Organe zu ersetzen vermögen. Denn alle Theile unseres Körpers nutzen sich ja während des Lebens fortwährend ab und müssen deshalb immerfort erneuert werden. Diese stete unentbehrliche Erneuerung besorgt unser Körper selbst mit Hülfe des Blutes, welchem zu seiner Verjüngung durch die Nahrung und die Athmung passendes Material zugeführt werden muß. Sonach liegt also der Hauptunterschied zwischen der Dampfmaschine und unserm lebenden Körper darin, daß sich die erstere, wenn sie abgenutzt ist, nicht, wie unser Körper, selbst reparirt. Während ferner die ganze Dampfmaschine während ihrer Reparatur stille steht, findet innerhalb unseres Körpers ein Stillstand der Lebensthätigkeiten während des Stoffwechsels nicht statt. Dagegen verlangen die arbeitenden und sich dabei abnutzenden Organe nach ihrer Arbeit eine entsprechende Pause, um sich erneuern und erholen zu können. So müssen nach Körperanstrengungen die Muskeln ebenso wie die Sinne, wenn sie längere Zeit gebraucht wurden, gehörig ruhen; das Gehirn muß schlafen u. s. f.

Pferdekraft versteht die Mechanik das Kraftquantum, welches aufgewendet werden muß, um 75 Kilogramm 1 Meter in der Secunde zu heben. — Der Mensch vermag im Verhältniß zu seinem Körpergewicht unter den genannten thierischen Organismen die geringste Summe von Arbeit zu leisten.

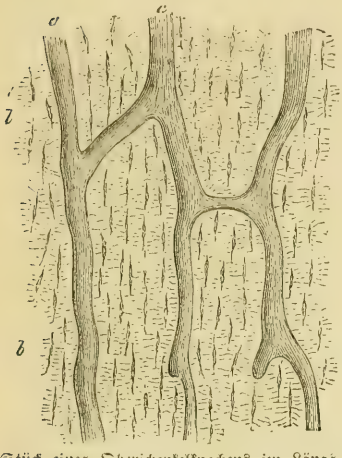
Auch diejenigen Organe, welche ohne unser Zuthun und immerfort arbeiten, thun dies stets absatzweise, wie z. B. das Herz, die Athmungsmuskeln, die Verdauungsorgane ꝛc. Daraus geht hervor, daß wir alle unsere Organe, zumal die nach unserm Willen arbeitenden (vorzüglich auch das Gehirn und die Sinne) stets nach ihrer Arbeit gehörig ruhen lassen müssen. Zu lange fortgesetzte Anstrengung führt zur Schwächung und Lähmung des überangestrengten Organs. Deshalb ist ein Hauptunterstützungsmittel der Gesundheit: Thätig sein in zweckmäßiger Weise mit Ruhe abwechseln zu lassen.

## I. Das Knochengewebe und Knochensystem.

Die Knochen, deren Gewebe neben dem der Zähne das härteste im menschlichen Körper ist und deren Anzahl 213 (aber ohne die 32 Zähne) beträgt, bilden durch ihre wechselseitige, mit Hülfe der Knochenbänder zu Stande kommende Verbindung ein Gerüste von beweglichen Balken und Hebeln. Dieses Gerüste, Gerippe oder Skelet genannt, dient den sämmtlichen Weichtheilen, vorzugsweise den der Ortsbewegung vorstehenden Muskeln, zur Befestigung und Unterlage, giebt ihnen Halt und Stütze, und bildet Höhlen, welche der Sicherung der edlen Eingeweide dienen. Es zerfällt in den Kopf (mit 28 Knochen), in den Rumpf (mit 53 Knochen) und die Gliedmaßen (mit 132 Knochen, nämlich 68 an den oberen und 64 an den unteren Gliedmaßen). — Nach dem verschiedenen Zwecke, welchem die einzelnen Knochen dienen, ist der Bau und die Form derselben verschieden. So machen lange oder Röhrenknochen hauptsächlich die Grundlage der Gliedmaßen aus, die schnelle und ausgiebige Bewegungen auszuführen und den Körper zu stützen haben. Sie besitzen ein dünnes walzenartiges Mittelstück, in welchem sich eine von Knochenmark erfüllte Höhle befindet, und dicke, schwammige, meist kugelige Enden (meist Kopf oder Kugel genannt). Dagegen dienen platte, breite Knochen zur Umschließung von Höhlen und finden sich da, wo viele Muskeln eine Befestigung brauchen. Die dicken, kurzen Knochen von unregelmäßiger Gestalt finden sich hauptsächlich an Stellen, wo eine auf viele kleine Knochenstücke vertheilte Bewegung hervorgebracht wird. — Ihre Namen erhalten die Knochen theils nach dem Theile des Körpers, in welchem sie sich befinden (z. B. Arm-, Schädel-, Gesichts-Knochen), theils nach ihrer Aehnlichkeit mit diesem oder jenem Gegenstande (z. B. viereckiger, mond-, würfelförmiger, erbsenähnlicher Knochen ꝛc.). — Aeußerlich ist der Knochen von einer festen, bindegewebigen, sehnigen Haut, der Bein- oder Knochenhaut, Periost, überzogen, welche sehr gefäßreich ist und dem Knochen die zu seiner Ernährung dienenden Nerven und Blutgefäße zuführt. Bei Verletzungen oder Verlust der Knochenhaut kann der unterliegende Knochen nicht nur leidend werden, sondern auch ganz absterben. Zwischen der

Beinhaut und dem Knochen findet sich eine Zellenschicht, von welcher hauptsächlich das Knochenwachsthum und die Knochenneubildung (bei Verletzungen) ausgeht.

Fig. 40.



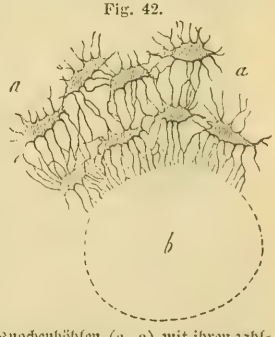

Stück eines Oberschenkelknochens im Längsschliff. a. Markkanälchen; b. Knochenhöhlen.

Fig. 41.

Stück eines Mittelhandknochens im Querschliff; a. Außenfläche; c. Markkanälchen mit den Speciallamellen; d. innere Generallamellen; e. Knochenhöhlen.

**Feinerer Bau des Knochengewebes.** Unter dem Mikroskope zeigt sich das Knochengewebe, welches im Embryo nicht als solches entsteht, sondern sich theils aus Bindegewebe, theils aus Knorpel herausbildet, bestehend aus einer geschichteten (lamellösen) Grund- oder Zwischensubstanz, in welcher sich viele kleine länglich runde, abgeplattete Räume, Knochenhöhlen (früher Knochen- oder Kalkkörperchen genannt) befinden, die sich in sehr feine, strahlig verästelte, hohle Ausläufer (Knochenkanälchen, siehe Fig. 42) fortsetzen. Diese Ausläufer stehen mit einem zweiten weitern Kanalsystem in Verbindung, welches die Grundsubstanz mit weiteren und engeren Röhrchen, Havers'schen Gefäß- oder Markkanälchen, durchzieht und durch communicirende Zweige zu einem weitmaschigen Netze verbunden ist. Diese Kanälchen beherbergen Nervenfasern und die ernährenden Blutgefäße des Knochens und münden theils an der äußeren Oberfläche des Knochens, theils an den Wänden der Markhöhlen und Markräume im Innern des Knochens aus. In jeder Knochenhöhle befindet sich eine sie ganz erfüllende zartwandige Zelle (Knochenzelle, s. Fig. 43) mit zähflüssigem Inhalt, welche einzelne feinste Ausläufer gegen die Mündung der Knochenkanälchen ausschickt. Sonach besteht im Knochengewebe ein die ganze Masse durchziehendes, zusammenhängendes System von Lücken und Kanälchen, welches die von den Gefäßen gelieferte Ernährungsflüssigkeit durch die Knochen transportirt. Die netzförmige Ausbreitung der Havers'schen Kanälchen läßt sich am besten an Längsschliffen des Knochens erkennen (s. Fig. 40); auf Querschliffen erscheinen sie als runde oder ovale Löcher (s. Fig. 41). Das Schichtensystem der Grundsubstanz ist ein doppeltes. Ein Theil dieser Schichten umgiebt die einzelnen Havers'schen oder Gefäßkanälchen (Speciallamellen), ein anderer Theil (General- oder Grundlamellen) durchsetzt die ganze Dicke des Knochens (siehe Figur 41).

Fig. 42.




Knochenhöhlen (a, a) mit ihren zahlreichen Ausläufern einmündend in einen quer durchschnittenen Havers'schen Kanal (b).

Die Substanz, aus welcher der Knochen besteht, findet sich in doppelter Form, nämlich als feste (compacte) und als schwammige (spongiöse, siehe Fig. 44). Die erstere Substanz erscheint, wenn man sie mit unbewaffnetem

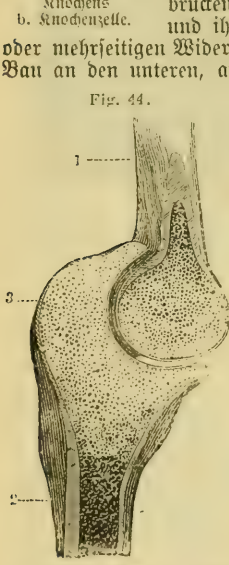
Auge betrachtet, als eine fest zusammenhängende, ganz solide Masse; durch das Mikroskop läßt sich aber in derselben eine große Menge enger Kanälchen und Höhlen entdecken, welche theils Mark und Gefäße, theils Ernährungsflüssigkeit enthalten. Die schwammige Knochensubstanz giebt sich durch weite, mit bloßem Auge deutlich sichtbare Zellenräume zwischen Balken und Platten zu erkennen, welche unter einander zusammenhängen und mit Mark und Blutgefäßen erfüllt sind. Die Mittelstücke der langen Röhrenknochen besitzen eine dicke Wand aus fester Substanz, ihre Gelenkenden bestehen dagegen aus schwammiger Substanz. — Nach neueren Untersuchungen ist die spongiöse Knochensubstanz nicht eine regellose Anordnung von Blättchen und Hohlräumen, wie man bisher annahm; sondern sie besteht aus feinen elastischen nach bestimmten mathematischen Linien angeordneten Sparren und Pfeilern, ähnlich dem Fachwerk, welches beim Bau der Gitterbrücken in Anwendung kommt (Pauly'scher Brückenpfeiler) und ihre Faserung ist verschieden, je nachdem sie einseitigen oder mehrseitigen Widerstand zu leisten hat. Am meisten ausgebildet ist dieser Bau an den unteren, am wenigsten an den oberen Gliedmaßen.

Fig. 43.

a. Grundmasse des Knochens.
b. Knochenzelle.

Was die chemischen Bestandtheile des Knochengewebes betrifft, so bildet eine mit Fett (Mark) durchzogene, Leim gebende Substanz, welche Knochenknorpel genannt wird, die Grundlage der Knochen und mit dieser innig verbunden ist eine unorganische Masse, die sogenannte Knochenerde, hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalke zusammengesetzt, dem etwas kohlensaurer Kalk, Fluorcalcium, phosphorsaure Bittererde und Chlorverbindungen beigegeben sind. Der frische Knochen enthält auch Wasser. Der Knorpel bildet etwa ein Drittel, die Erde zwei Drittel der Knochensubstanz; von der Menge der erdigen Bestandtheile hängt die Härte, Dichtigkeit und Festigkeit des Knochens ab, vom Knorpel seine geringe Biegsamkeit und Elasticität. Ein Mißverhältniß zwischen beiden Materien ertheilt dem Knochen solche Eigenschaften, die ihn für seine Bestimmung untauglich machen. Denn eine größere Menge Knorpel macht ihn weich und biegsam, wie dies bei der sogenannten englischen Krankheit (Rhachitis) der Fall ist; zu viel Erde bedingt dagegen eine größere Sprödigkeit und leichtere Brüchigkeit desselben. Die Ursache eines solchen Mißverhältnisses zwischen Knorpel und Erde liegt gewöhnlich in einer falschen Nahrung, welche den Stoffwechsel im Knochengewebe nicht ordentlich zu unterhalten vermag. In der Jugend, wo der Knorpel in größerer Menge vorhanden ist, sind die Knochen auch leicht Verkrümmungen ausgesetzt, während sie im Alter, wo die Menge der Erde größer ist, weit leichter zerbrechen. — Die Verbrennlichkeit (Calcination) der Knochen rührt von ihrer knorpeligen Grundlage her, ihre Undurchsichtigkeit, weiße Farbe, Schwere und Fähigkeit der Fäulniß zu widerstehen, von den erdigen Bestandtheilen.

Fig. 44.



1. Oberarmknochen; 2. Ellenbogenbein; 3. Ellenbogenknorren.

Man unterscheidet an dieser Figur deutlich die compacte Rindensubstanz und die schwammige Marksubstanz des Knochengewebes, sowie die Gelenkhöhle.

Das Knochenmark, welches die Lücken der schwammigen Knochensubstanz ausfüllt, erscheint als eine weiche, röthliche oder gelbe Masse, besteht hauptsächlich aus Fett und gallertartigem Bindegewebe und dient theils als

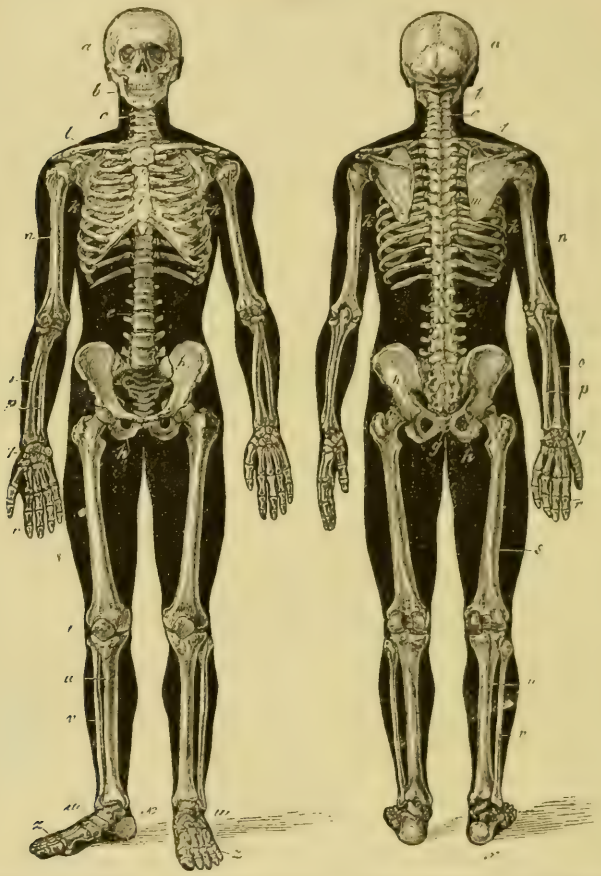
ein leichtes Ausfüllungsmittel der hohlen Räume im Knochengewebe, theils schützt es die Gefäße und Nerven desselben. Das rothe Knochenmark enthält neben spärlicherm Bindegewebe und vereinzelten Fettzellen zahlreiche Lymphkörperchen in verschiedenen Uebergangsformen, weshalb man das Knochenmark neuerdings gleich den Lymphdrüsen als eine Bildungsstätte für die Entwickelung der weißen Blutkörperchen ansieht. — Das Knochengewebe und die Knochenhaut sind arm an Nerven und besitzen im gesunden Zustande eine geringe Empfindlichkeit, können aber bei Krankheiten äußerst schmerzhaft werden. — Da der Stoffwechsel (die Ernährung) im Knochengewebe weit langsamer als in den anderen Geweben vor sich geht, so kommen auch Krankheiten in demselben viel langsamer zu Stande und ihre Heilung erfordert weit längere Zeit als bei anderen Krankheiten. Knochenbrüche heilen unter nur einigermaßen günstigen Verhältnissen, besonders in der Jugend, leicht durch Bildung neuer Knochensubstanz, auch ersetzen sich Verluste an Knochenmasse sehr oft vollständig wieder.

Die **Verbindung** der Knochen unter einander findet entweder in einer solchen Weise statt, daß die verbundenen Knochen ganz fest zusammenhängen, oder daß sie sich mit größerer oder geringerer Freiheit an einander hin und her bewegen. Die unbewegliche Verbindung kommt durch Naht, Einkeilung, Band- und Knorpelfuge zu Stande. Bei der Naht (Sutur) greifen Knochenränder mit Zacken fest in einander; bei der Einkeilung steckt der eine Knochen zapfenförmig in dem andern; bei der Fuge (Symphyse) fügen zwischenliegende Bänder oder Knorpel die Knochen straff an einander. Die bewegliche Knochenvereinigung, welche auch Gelenkvereinigung heißt und welche durch die Knochen- oder Gelenkbänder, durch die vereinigte Wirkung aller um das Gelenk herumliegenden Fleischmassen (Muskelzug) und durch Luftdruck in richtiger Lage erhalten wird, entsteht dadurch, daß das glatte, mit einem elastischen Knorpelüberzuge versehene Ende des einen Knochens mit Hülfe von Knochenbändern an eine glatte überknorpelte Fläche eines andern Knochens so befestigt ist, daß sich beide mit einander vereinigte Knochen an einander bewegen können. Gewöhnlich ist das Gelenke des einen Knochens von kugeliger Gestalt und die entsprechende Gelenkfläche des andern ausgehöhlt. Nach dem Grade und der Art der Beweglichkeit bezeichnet man: das straffe Gelenk, in welchem eine nur geringe Beweglichkeit stattfindet; das Scharnier- oder Winkelgelenk, wo die Knochen sich nur in einer Richtung winkelartig an einander bewegen, wie eine auf- und zuklappende Thüre oder ein Taschenmesser; das Roll- oder Drehgelenk, bei welchem sich ein Knochen in einem halben Kreise um sich oder einen andern dreht; das freie oder Kugelgelenk, in welchem dem kugelförmigen Ende des einen Knochens in der Höhle eines andern ausgiebige Bewegung nach allen Richtungen hin gestattet ist.

**Gelenke** sind sonach Vereinigungen zweier oder mehrerer Knochen, welche durch entsprechende glatte, überknorpelte Flächen an einander stoßen und durch Knochen- und Gelenkbänder derart zusammengehalten werden, daß sie sich gegen einander bewegen können. Der

enge Raum zwischen und neben den verbundenen Knochen, welcher nach außen durch ein beide Knochen umfassendes ringförmiges Band Kapsel-

Tafel I.



a) Schädel. b) Gesicht. c) Halswirbel. d) Brustwirbel. e) Lendenwirbel. f) Kreuzbein. g) Schwanzbein. h) Beckenknochen. i) Brustbein. k) Rippen. l) Schlüsselbein. m) Schulterblatt. n) Oberarmbein. o) Speiche. p) Ellenbogenbein. q) Handwurzel und Mittelhand. r) Finger. s) Oberschenkelknochen. t) Kniescheibe. u) Schienbein. v) Wadenbein. w) Fußwurzel und Mittelfuß. x) Ferse. z) Zehen.

band) geschlossen und von einer dünnen bindegewebigen Haut (der Gelenk- oder Synovialhaut) zum größten Theile (mit Ausnahme der knorpeligen Gelenkflächen) austapezirt ist, wird Gelenkhöhle genannt

und enthält eine dickflüssige, eiweißähnliche, die Gelenkfläche schlüpfrig machende Flüssigkeit, die Gelenkschmiere (Synovia). In manchen Gelenken finden sich auch noch mit der Synovialhaut und Gelenkkapsel zusammenhängende Fettklümpchen, Knorpel (Zwischenknorpel) und Bänder.

## Das Skelet oder Gerippe.

Die einzelnen Theile des Gerippes (s. Taf. I. u. II. auf S. 124 u. 127), sind Kopf, Rumpf und Gliedmaßen, und diese werden durch die folgenden Knochen zusammengesetzt.

A. **Das Knochengerüste des Kopfes** zerfällt in den Schädel- und den Gesichtstheil; die Grenze zwischen beiden läßt sich durch eine Linie bezeichnen, die man von der Nasenwurzel längs der Augenbrauen zur Ohröffnung hinzieht. Oberhalb dieser Linie befindet sich der Schädel, welcher eine vollständig geschlossene ovale Knochenkapsel für das Gehirn darstellt und von acht platten, durch Nähte fest mit einander vereinigten Schädelknochen gebildet ist, nämlich vorn (an der Stirn) vom Stirnbeine und hinten (am Hinterhaupte) vom Hinterhauptsbeine, in der Mitte oben (am Scheitel) von den beiden Scheitelbeinen und seitlich (an den Schläfen) vom rechten und linken Schläfenbeine mit dem Gehörorgane, unten (am Schädelgrunde) vom Keil- und Siebbeine. — Der Gesichtstheil des knöchernen Kopfes, welcher die beiden Augenhöhlen für das Sehorgan, die Nasenhöhle für das Geruchsorgan und die Mundhöhle für das Geschmacksorgan enthält, wird von vierzehn Gesichtsknochen aufgebaut, von denen nur einem einzigen, nämlich dem Unterkiefer, Bewegung und zwar in einer Gelenkhöhle des Schläfenbeines (dicht vor dem Ohre) gestattet ist, während alle übrigen Knochen sich durch Nähte fest mit einander verbinden. Die meisten Gesichtsknochen sind paarig, der eine für die rechte, der andere für die linke Gesichtshälfte bestimmt; nur Unterkiefer und Pflugscharbein (in der Mitte der Nasenhöhle) sind blos einmal vorhanden. Die Gesichtsknochen nehmen ihre Lage so ein, daß in der vorderen Fläche des Gesichts die beiden Wangen-, Nasen- und Oberkieferbeine, sowie der Unterkiefer gesehen werden und daß in den Augenhöhlen die Thränenbeine, in der Nasenhöhle die Nasenmuschelbeine und das Pflugscharbein, in der Mundhöhle die Gaumenbeine zu finden sind. Unter und hinter dem Unterkiefer befindet sich, dicht unter der Zunge und über dem Kehlkopfe zwischen den Muskeln am Halse, das Zungenbein, welches hauptsächlich der Zunge zur Befestigung dient.

Der **Schädel**, dessen obere Hälfte auch Hirnschale oder Schädeldach genannt wird, stellt bei seiner ersten Bildung eine Kapsel aus einer einzigen, ungetrennt zusammenhängenden Knorpelmasse (sogen. Primordialschädel) dar, in welcher sich erst nach und nach an verschiedenen Stellen Knochen bilden. Die Schädelknochen hängen sonach anfangs, so lange sie vor ihrer vollständigen

Ausbildung noch nicht durch zackige Ränder in Nähten zusammenstoßen, nur durch knorpelige Streifen zusammen. Diese Einrichtung, welche sich beim kleinen Kinde vorfindet, hat den Nutzen, daß mit dem Wachsen des Gehirns die noch elastisch-knorpelige Schädelkapsel sich dem Gehirn anpassend erweitern kann. Sie ist ferner der Grund, warum bei widernatürlicher Größe (Ueberernährung) des Gehirns oder bei Anhäufung von Wasser und Geschwülsten in der Kopfhöhle, der Schädel eine ganz enorme Größe erreichen kann; warum man ferner dem Schädel in zarter Kindheit künstlich die verschiedensten Formen geben oder ihn auch in seinem Wachsthum hindern kann. So pressen z. B. die Flachkopf-Indianer in Oregon den Kopf von oben her, platten dadurch den Schädel ab und machen ihn niedrig; die Natches-Indianer drängen den Kopf schief nach hinten und nach aufwärts. So könnte eine enge Kopfbedeckung bei kleinen Kindern recht gut der richtigen Erweiterung der Schädelkapsel und somit der Entwickelung des Gehirns (Verstandes) hinderlich sein. — Beim Neugebornen heißt die fühlbar weiche, noch knorpelige und noch nicht verknöcherte viereckige Stelle des Schädels, vorn über der Mitte der Stirn, die viereckige Fontanelle oder die Vorderhauptsfontanelle (vom Laien das Blättchen genannt); sie schließt sich gewöhnlich erst im 2. Lebensjahre; bei großen Köpfen etwas später als bei kleineren. So lange sie noch nicht geschlossen, kann man deutlich an ihr wahrnehmen, daß das Gehirn sich bewegt, und zwar zeigt es ein rhythmisch-pulsatorisches und respiratorisches Bewegen (Heben und Senken). Ersteres fällt mit dem Herz- und Arterienpuls zusammen und wird von den Hirnpulsadern veranlaßt; letzteres ist ein Heben beim Ausathmen und rührt von der Stauung des Venenblutes und dem Bewegen des Hirnwassers her. — Daß im gesunden Zustande Größe und Form des Schädels vom Gehirn abhängig sind, steht fest und deshalb läßt sich auch annäherungsweise die Größe und Form des Gehirns aus dem Aeußern des Schädels beurtheilen. Allein niemals wird die äußere Oberfläche der Schädelknochen zur Beurtheilung der Hirnoberfläche gebraucht werden können, wie dies die Phrenologen thun, da sich beide Oberflächen nie genau entsprechen. Auch reichen die einzelnen Abtheilungen des Gehirns, denen besondere geistige Fähigkeiten zukommen sollen, nach der verschiedenen Gestaltung der Schädelkapsel sehr oft in einen solchen Raum der Schädelhöhle hinein, den man gewöhnlich von einer anderen Hirnabtheilung erfüllt glaubt. Kurz, an der auf Schädeluntersuchung (Kraniosкopie) gegründeten Phrenologie können nur unwissenschaftliche Menschen Gefallen finden (s. bei Gehirn). — Die Form des Schädels beim Wasserkopfe (Hydrocephalus) zeichnet sich dadurch aus, daß der Schädel nicht blos vergrößert und besonders breiter ist, sondern daß sich die Stirn-, Schläfen- und Hinterhauptsgegend stark vorwölbt und daß die Fontanelle längere Zeit offen und groß bleibt. Die Entstehung des Wasserkopfes, welche durch eine krankhafte Zunahme der Hirnflüssigkeit veranlaßt wird, zeigt, daß die Zunahme des Schädels von der Zunahme seines Inhalts, welcher die Ränder der Knochen aus einander drängt, abhängt. Steht das Wachsthum des Gehirns still, ehe der Schädel seine normale Größe erreicht hat so schließen sich die Nähte des Schädels wegen des mangelnden Druckes zu frühzeitig und der Mensch bleibt mit seinem kleinen Kopf (Mikrocephalus) für's ganze Leben blödsinnig. Mitunter wird aber auch unter Ueberwältigung des Gehirndruckes durch vorzeitiges Verwachsen der Nähte die Entwickelung des Gehirns gehemmt. — Die Nähte des Schädels erhalten erst im 3. Lebensjahre ihre zackige Beschaffenheit und fangen im 20. Jahre zu verknöchern an, so daß sie gewöhnlich nach dem 40. Jahre verschwunden sind. — Beim Affenkopfe, der in seiner Jugend dem des kleinen Kindes gleicht, findet die Verknöcherung des Schädels durch Verwachsung seiner Nähte weit schneller als beim Menschen statt, während die Nähte zwischen den Gesichtsknochen sich weit später schließen, so daß deshalb beim erwachsenen Affen der Schädel gegen

## Tafel II.

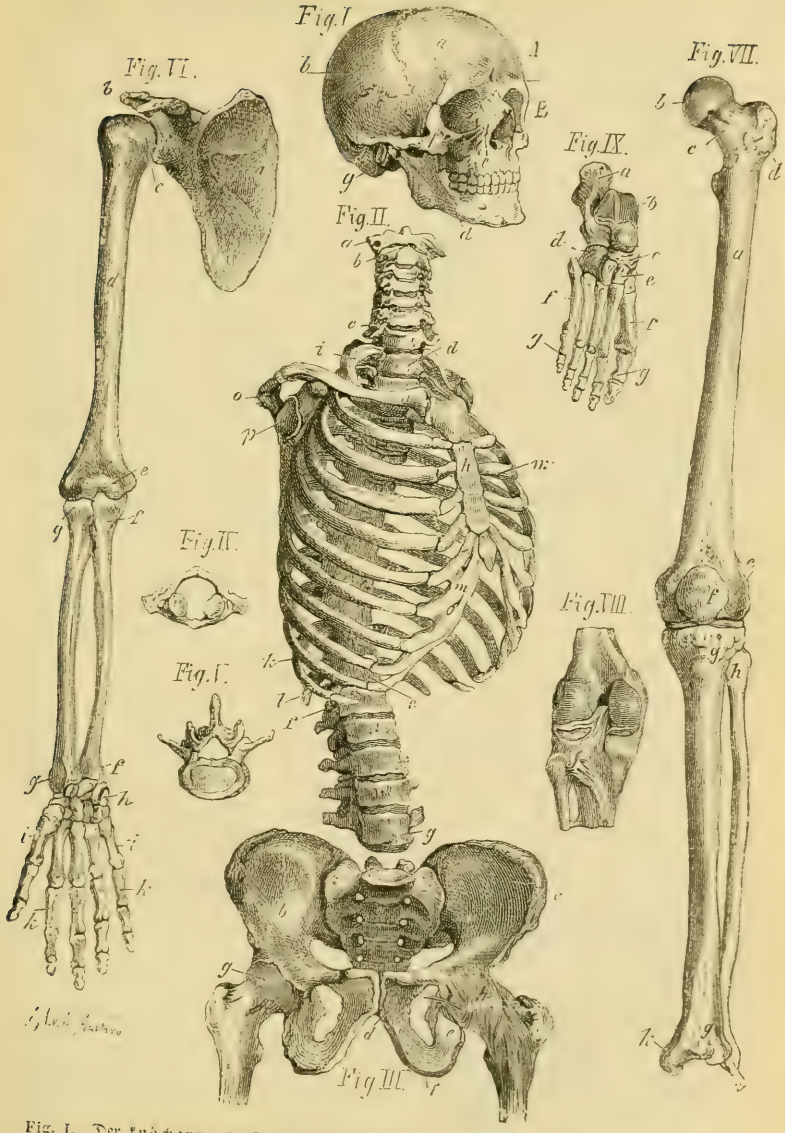



Fig. I. Der knöcherne Kopf. A. Schädel. B. Gesicht. a. Stirnbein. b. Scheitelbein. c. Schläfenbein. d. Unterkieferknochen. e. Oberkieferknochen. f. Wangenbein. g. Aeußerer Gehörgang.

das Gebiß sehr zurücktritt. Das anfänglich aus zwei Hälften bestehende Stirnbein verwächst beim Affen nach der Geburt, beim Menschen gewöhnlich im 2. Jahre. Bei manchen Menschen (besonders bei Kaukasiern) schließt sich die Stirnnaht nie. Dieses Offenbleiben der Stirnnaht gestattet ein länger fortgesetztes Wachsthum des Vordergehirns.

Der **Gesichtstheil** des Kopfes, wegen der Höhlen für mehrere Sinne von Wichtigkeit, zeigt sich um so vorspringender vor dem Schädel, je mehr die Werkzeuge des Kauens (die Kiefer) und des Riechens (die Nase) ausgebildet sind, wie dies bei den niederen Menschenrassen und bei den Thieren der Fall ist (s. Gesichtswinkel S. 113). — In den Kieferknochen stecken in besonderen Fächern die 32 Zähne (8 Schneide-, 4 Eck- und 20 Backzähne), von denen beim Verdauungsprocesse die Rede sein wird. Jeder Oberkieferknochen enthält noch eine Höhle, die Oberkieferhöhle oder Highmor'sche Höhle, die über dem sogenannten Augenzahne ihre Lage hat, mit der Nasenhöhle im Zusammenhange steht und bisweilen der Sitz von krankhaften Flüssigkeiten oder Geschwülsten wird. Zwischen den Zahnfortsätzen beider Oberkieferknochen befindet sich beim ungebornen Kinde (wie beim Affen) der Zwischenkieferknochen (s. S. 114). — Angeborner Mangel des harten Gaumens (des Daches der Mund- und des Bodens der Nasenhöhle) wird Wolfsrachen genannt und ist in der Regel mit Spaltung der Oberlippe (Hasenscharte) verbunden. — Der Unterkiefer bildet mit einer Gelenkgrube des Schläfenbeins ein freies Gelenk, durch dessen Bewegungen vorzugsweise das Zerkauen der Speisen zwischen den Zähnen ermöglicht wird.

B. Das **Knochengerüste des Rumpfes** (s. Taf. I. u. II. auf S. 124 u. 127) hat als Grundlage eine am Rücken schlangenförmig sich herabziehende und mit einem Kanale für das Rückenmark versehene Knochensäule, das Rückgrat oder die Wirbelsäule (siehe Fig. 45 auf S. 130), welche aus 26 einzelnen Knochen zusammengesetzt ist, von denen die 24 oberen die Wirbel, die beiden unteren das Kreuz und das Schwanzbein heißen. Ihrer Lage nach heißen die 7 obersten Wirbel die Halswirbel, die 12 folgenden die Brust- oder Rückenwirbel und die 5 unteren die Bauch- oder Lendenwirbel; der 1. Halswirbel bekam noch den Namen Atlas oder Träger, weil er den Kopf trägt, der 2. Halswirbel den des Umdrehers, weil sich um einen Zapfen oder Zahnfortsatz desselben der Atlas sammt dem Kopf in einem Halbkreise herumdrehen kann. Jeder Wirbel hat eine vordere und eine hintere Bogenhälfte, die erstere bildet den cylinderischen

Fig. II. Der knöcherne Rumpf. a. Atlas, erster Halswirbel. b. Umdreher, zweiter Halswirbel. c. Letzter (siebenter) Halswirbel. d. Erster und e. letzter (zwölfter) Brustwirbel. f. Erster und g. letzter (fünfter) Lendenwirbel. h. Brustbein. i. Erste Rippe. k. Elfte und l. zwölfte Rippe. m. Rippenknorpel. n. Schlüsselbein. o. Schulterblatt. p. Gelenkfläche am Schulterblatt für den Oberarmkopf.

Fig. III. Das knöcherne Becken. a. Kreuzbein. b. Hüftbein. c. Hüftkamm. d. Schambein. e. Sitzbein. f. Sitzknorren. g. Oberschenkelkopf. h. Kapselband des Hüftgelenks.

Fig. IV. Der Atlas oder erste Halswirbel.

Fig. V. Ein Bauch- oder Lendenwirbel.

Fig. VI. Die Armknochen. a. Schulterblatt b. Schulterhöhe. c. Kopf, d. Körper und e. Ellenbogen-Gelenkfortsatz des Oberarmknochens. f. Ellenbogenbein. g. Speiche. h. Handwurzelknochen i. Mittelhandknochen. k. Fingerknochen.

Fig. VII Die Beinknochen. a. Oberschenkelbein. b. Kopf, c. Hals, d. großer Rollhügel und e. Gelenkknorren des Oberschenkelbeins. f. Kniescheibe. g. Schienbein. h. Wadenbein. i. Aeußerer und k. innerer Knöchel.

Fig. VIII. Das Kniegelenk, geöffnet und von hinten gesehen.

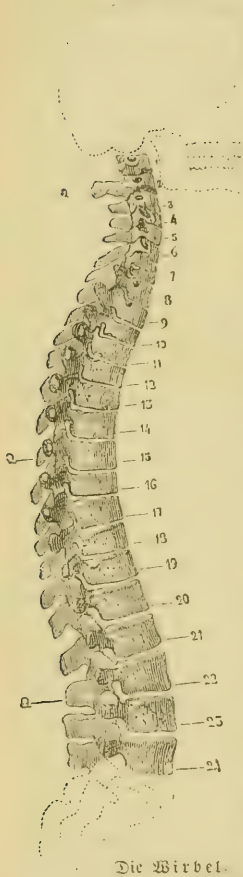
Fig. IX. Die Fußknochen. a. Fersenbein. b. Sprungbein. c. Kahnbein. d. Würfelbein. e. Keilbeine. f. Mittelfußknochen. g. Zehenknochen.

vorwiegend aus spongiöser Substanz bestehenden Körper, die letztere den Bogen mit je sieben der Gelenkverbindung und dem Ansatz der Muskeln dienenden Fortsätzen, von denen der in der Mittellinie nach hinten verlaufende Dorn- oder Stachelfortsatz deutlich unter der Haut des Rückens zu fühlen ist. — Mit den 12 Brustwirbeln stehen auf jeder Seite 12 Rippen (7 wahre und 5 falsche) in Verbindung und diese 24 Rippen helfen, indem sich die 7 oberen Paare (die wahren Rippen) vorn durch knorpelige Enden (Rippenknorpel) mit dem Brustbeine vereinigen, den Brustkasten (Thorax) bilden, in dessen Höhle das Herz, die Lungen, sowie die großen Gefäße und Nerven geschützt liegen. — Die Brusthöhle kann durch Muskeln einem Blasebalge gleich erweitert und verengert werden, wodurch hauptsächlich der Athmungsproceß zu Stande kommt. Mit dem letzten Lendenwirbel vereinigt sich nach unten zu das aus 5 einzelnen Stücken oder falschen Wirbeln zusammengesetzte, schaufelförmige heilige oder Kreuzbein und mit dem untern spitzigen Ende dieses Knochens steht dann noch das Schwanz-, Steiß- oder Kukuksbein (beim Weibe gewöhnlich um einen falschen Wirbel länger, als beim Manne) in Verbindung. — An die Seitenfläche des Kreuzbeins legt sich rechts und links ein Beckenknochen an, welcher eine tiefe Gelenkgrube (die Pfanne) für den Oberschenkelkopf besitzt, und dessen oberstes Stück auch das Hüftbein, das vordere das Schambein und die untere Portion das Sitzbein (mit dem Sitzknorren) genannt wird. — So ist nun durch die beiden Beckenknochen, sowie durch das Kreuzbein und das Schwanzbein, das ringförmige Becken als unterster Theil des Rumpfes gebildet, dessen geräumige Höhle (Beckenhöhle) Därme, Harn- und Fortpflanzungsorgane in sich aufnimmt. — Zwischen der Brust- und Beckenhöhle bleibt am Skelet ein freier, nur von den 5 Lendenwirbeln nach hinten begrenzter Raum, der durch muskulöse Wände zur Bauchhöhle umgebildet wird und den größten Theil der Verdauungsorgane, sowie die Milz und die Nieren birgt.

Die Wirbelsäule oder das Rückgrat ist die Grundveste unseres Körpers, die einzige Stütze des Kopfes und ein Stativ, an welchem der Brustkasten mit den Armen und das Becken mit den Beinen befestigt ist. Sie stellt einen vielgegliederten und schlangenförmig gekrümmten Knochenschaft dar, welcher in seinem Innern einen Kanal für das Rückenmark und die Ursprünge der Rückenmarksnerven enthält und von oben nach unten allmählich in seiner Dicke zunimmt. Diese am Rücken (mit ihren Dornfortsätzen der Wirbel) durchfühlbare Knochensäule ist trotz ihrer Festigkeit (welche Verletzungen des Rückenmarks abhält) doch sehr beweglich, denn sie kann gebogen, gestreckt, zu den Seiten geneigt und um ihre Axe gedreht werden. Dies kommt aber dadurch zu Stande, daß sie aus sechsundzwanzig Knochen aufgebaut ist, welche, obschon die einzelnen Knochen ziemlich straff durch Knorpel und Bänder (knorpelige Wirbelbandscheiben) mit einander verbunden sind, viele über einander liegende Gelenke bilden und durch diese, sowie durch die Elasticität der Bandscheiben, eine große Beweglichkeit der ganzen Säule ermöglicht ist. — Man pflegt an der Wirbelsäule von oben nach unten vier Abtheilungen zu bezeichnen, näm

lich: einen Hals, einen Brust, einen Lenden und einen Beckentheil. Der **Halstheil** wird von den sieben Halswirbeln gebildet und hat eine nach vorn convexe Krümmung, die hauptsächlich durch die keilförmige Gestalt der die einzelnen Wirbelkörper verbindenden Zwischenwirbelknorpel bedingt wird. Der **Brusttheil**, dem an jeder Seite zwölf Rippen anhängen, ist von den zwölf Brustwirbeln aufgebaut und in der Art gekrümmt, daß er eine nach vorn concave Bogenlinie beschreibt. Diese Krümmung rührt von der ungleichen Höhe der Wirbelkörper her, welche vorn niedriger als hinten sind. Der **Lendentheil** wird von den fünf sehr starken Lenden- oder Bauchwirbeln gebildet und hat eine nach vorn convexe Krümmung. Der **Beckentheil** endlich besteht aus dem Kreuz- oder Steißbeine und ist nach vorn (gegen die Beckenhöhle hin) ausgehöhlt; seitlich vereinigt er sich mit dem Beckenknochen so fest, daß er für sich keine Bewegung ausführen kann.

Fig. 45.




Die Wirbelsäule. 1 bis 7 die Halswirbel; 8 bis 19 die Rückenwirbel; 20 bis 24 die Bauch- oder Lendenwirbel. a. Dornfortsätze. Am letzten Lendenwirbel liegt das Kreuzbein an.

Die Wirbelsäule macht sonach eine doppelt Sförmige Wellenkrümmung oder vier halbrunde Krümmungen. Diejenigen Abtheilungen derselben, welche sich an der Bildung der großen Körperhöhlen betheiligen, wie der Brust- und Beckentheil, sind nach vorn ausgehöhlt und vermehren so die Geräumigkeit dieser Höhlen, während der Hals- und Lendentheil nach vorn gewölbt sind. Ginge die Wirbelsäule durch die Mitte des menschlichen Körpers und wäre das Gewicht der an die Säule angehefteten Weichtheile gleichförmig rings um sie vertheilt, so wäre eine Krümmung derselben unnöthig. Da sie aber an der hinteren Körperwand ihre Lage hat und nach vorn durch die Brust- und Baucheingeweide einseitig belastet ist, so sind ihre Biegungen eine unerläßliche Bedingung der Balance, welche durch die zu beiden Seiten der Wirbelsäule liegenden Rückenmuskeln (Rückgratstrecker) auch noch in Ordnung gehalten wird. Auch wird durch die federnde Wirkung ihrer Krümmungen jeder von unten auf den Körper wirkende Stoß (Sprung, Fall auf die Füße) großentheils absorbirt und in seiner Wirkung auf das Gehirn beträchtlich abgeschwächt. Demnach ist die natürliche schlangenförmige Krümmung der Wirbelsäule, bei welcher auf jede convexe Krümmung eine concave folgt (so daß sie sich einander compensiren), ein ganz nothwendiges Erforderniß für die Tragkraft der Säule bei aufrechter Körperstellung und also ein besonderes Attribut des menschlichen Körpers. Der Kopf kann in Folge dieser alternirend entgegengesetzten Krümmungen der Wirbelsäule (indem dadurch die Endpunkte der Biegungen in der Längenaxe des Körpers senkrecht über einander gestellt sind) ohne große Muskelanstrengung vertical über der Drehungsaxe des Beckens balanciren. Bei kleinen Kindern, welche noch nicht gelernt haben, die Last ihres Leibes vertical zu tragen, noch nicht aufsitzen und laufen können, fehlen auch noch die vier Krümmungen der Wirbelsäule.

Jede abnorme Krümmung der Wirbelsäule stört die Gleichgewichtsverhältnisse derselben und zieht zur Wiederherstellung der Balance eine zweite Krümmung und zwar der benachbarten Rückgratsportion nach der entgegengesetzten Seite hin nach sich. Man nennt diese zweite, zur abnormen Krümmung hinzutretende und nach der entgegengesetzten Seite gerichtete Krümmung: die compensirende, ausgleichende. Krümmt sich z. B. der Brusttheil der Wirbelsäule nach rechts, so geht die compensirende oder secundäre Krümmung des Lendentheiles nach links.

Der Brustkasten zeigt sich bei verschiedenen Menschen von verschiedener Größe und Form, entweder lang oder kurz, schmal oder breit, flach oder gewölbt. Da nun von der Größe und Beweglichkeit desselben das bessere oder schlechtere Vonstattengehen des Athmungsprocesses zum großen Theil abhängig ist, so hat man, besonders bei Kindern, dahin zu streben, daß der Brustkasten die gehörige Ausdehnung erlange und seine Höhle ordentlich erweitert und verengert werden könne. Dies läßt sich aber durch zweckmäßige Bewegung der Brust- und Armmuskeln, sowie durch Vermeidung beengender Kleidungsstücke recht gut erreichen (s. beim Athmen). Der Brustumfang (am besten in der Höhe der Brustwarzen gemessen) hat beim gesunden Menschen ein ganz bestimmtes Verhältniß zur Körperlänge; er beträgt mindestens die Hälfte, häufig $^3/_5$, bei besonders gut gebauter Brust wohl auch $^2/_3$ der Körperlänge; wo er weniger als die Hälfte beträgt, ist die Brust zu schmal und eng gebaut und bedarf ganz besonders der Kräftigung durch Tiefathmen, Turnen, Bergesteigen. Der weibliche Brustkasten erleidet hauptsächlich durch die Schnürbrüste und das feste Binden der Unterkleider Mißgestaltung und Verengerung. Bei weitgediehener Lungenschwindsucht zeigt sich der Brustkasten lang, cylinderisch und oben unter den Schlüsselbeinen deutlich vertieft; bei widernatürlich ausgedehnten Lungen (Asthma) erscheint er dagegen faßartig aufgetrieben. — Das Becken kann durch seine Verengerung und Mißgestaltung, besonders in seinem untern Theile (d. i. das kleine Becken), vorzugsweise bei gebärenden Frauen von gefahrbringender Wichtigkeit werden. Uebrigens läßt sich auf die richtige Bildung des Beckens bei Mädchen in der Jugend (ebenso wie auf die Ausbildung des Brustkastens) ein nicht unbedeutender Einfluß insofern ausüben, als man durch zweckmäßige Bewegung mit den Beinen die Weite desselben vergrößern kann. Vor allem muß aber die Englische Krankheit oder Rhachitis bei ihrem ersten Auftreten gehörig berücksichtigt und vom Becken abgehalten werden, denn diese ist die häufigste Ursache der Beckenverengung.

C. Die **oberen Gliedmaßen** oder die **Arme** (s. Taf. I. und II. auf S. 124 u. 127) zerfallen: in die Schulter oder Achsel, den Oberarm, den Vorder- oder Unterarm und die Hand (mit Handwurzel, Mittelhand und Fingern). — Zu den Schulterknochen rechnet man das Schlüsselbein und das Schulterblatt; ersteres, ein schwach Sförmig gekrümmter starker Röhrenknochen, hat seine Lage vorn am obersten Theile des Brustkastens oberhalb der ersten Rippe und reicht vom Brustbeine quer heraus zur Achsel; das letztere bildet ein dreieckiges flaches Schild an der hinteren Brustkastenwand, liegt am Rücken zwischen Muskeln und ragt oben neben dem Brustkasten hervor, theils um sich hier mit dem Schlüsselbeine ziemlich fest zu vereinigen, wodurch ein unvollkommener knöcherner Ring oder Gürtel, der sogen. Schultergürtel, entsteht, theils um den Oberarmknochen in einer Vertiefung aufzunehmen und so das Schulter- oder Achselgelenk zu bilden. Das Schlüsselbein, welches sonach den Arm mit dem Rumpfe verbindet,

hält wie ein Strebepfeiler das Schultergelenk in gehöriger Entfernung vom Brustkasten und schafft so dem Arme die nöthige Freiheit in seinen Bewegungen. Das Schultergelenk ist ein ganz freies Gelenk, besitzt deshalb auch die wenigsten und schlaffsten Bänder und der Oberarm ist darum am leichtesten der Verrenkung ausgesetzt. — Der Oberarmknochen, der einzige Knochen am Oberarme, steht oben durch seinen halbkugelförmigen Kopf mit dem Schulterblatte, dagegen durch sein unteres, rollenartiges Ende mit den beiden Vorderarmknochen in Verbindung, hilft sonach ebensowohl das Achsel- wie das Ellenbogengelenk zusammensetzen. — Vorderarmknochen giebt es zwei Stück, nämlich die Speiche, welche am äußern Rande des Vorderarms, in der Richtung des Daumens ihre Lage hat, und das Ellenbogenbein, welches am innern Rande des Vorderarms, in der Richtung des kleinen Fingers liegt und mit seinem obern dickern Ende den sogenannten Ellenbogen bildet. Beide Vorderarmknochen verbinden sich mit dem Oberarmknochen zu einem Scharniergelenke, welches das Ellenbogengelenk heißt. Ihre unteren Enden vereinigen sich mit der Hand zum Handgelenke, welches seiner Structur nach ein freies Gelenk ist. Zwischen Speiche und Ellenbogenbein besteht außerdem noch ein Drehgelenk in der Weise, daß sich die Speiche in einem Halbkreis um das Ellenbogenbein bewegen kann, wobei die Hand nach innen umgewendet wird. — An der Hand führt das oberste, im Handgelenke mit den Vorderarmknochen vereinigte Stück den Namen der Handwurzel und wird aus den 8 kleinen, würfelähnlichen Handwurzelknochen zusammengesetzt, welche in zwei Reihen geordnet sind, von denen die obere aus dem Kahn-, Mond-, dreieckigen und Erbsenbeine, die untere aus dem großen und kleinen vieleckigen, dem Kopf- und Hakenbeine besteht. Die Handwurzelknochen sind durch straffe Gelenke ebensowohl unter einander, wie auch mit den Mittelhandknochen, deren es fünf giebt, verbunden; nur der Mittelhandknochen des Daumens vereinigt sich mit dem großen vieleckigen Knochen in einem freien Gelenke. — An jedem der 5 Finger (Daumen, Zeige-, Mittel-, Ring- und kleinen Finger), mit alleiniger Ausnahme des Daumens, bezeichnet man 3 durch Scharniergelenke verbundene Glieder, von denen das erste das oberste, größte und durch ein freies Gelenk mit dem Köpfchen des Mittelhandknochens vereinigte, das dritte das kleinste oder Nagelglied ist; der Daumen dagegen hat nur zwei Glieder. An dem Gelenke, welches das erste Glied des Daumens mit dem Mittelhandknochen bildet, liegen an der Hohlhandfläche 2 kleine erbsenförmige Knöchelchen, die Sesambeine.

D. Die **unteren Gliedmaßen** oder die **Beine** (s. Taf. I. und II. S. 124 u. 127) theilt man in den Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß mit Fußwurzel, Mittelfuß und Zehen. — Im Oberschenkel findet sich wie im Oberarme nur ein einziger Knochen, der größte und längste des ganzen Skelets, das Oberschenkelbein, welches an seinem

obern Ende einen kugeligen Gelenkkopf besitzt, der ganz in der tiefen Pfanne des Beckenknochens steckt und so das Hüftgelenk (ein etwas beschränktes freies Gelenk) bildet. Unterhalb desselben ragen zwei den Drehmuskeln des Schenkels zum Ansatz dienende Höcker (die beiden Rollhügel) aus dem Knochen heraus, von denen der größere außen unterhalb der Hüfte durch die Haut hindurchzufühlen ist. Das untere, rollenartig angeschwollene Ende des Oberschenkelbeins setzt mit dem Schienbeine und der Kniescheibe das Kniegelenk zusammen, welches ein Scharniergelenk und in seinem Innern mit zwei sichelförmigen Zwischengelenkknorpeln, sowie mit mehreren starken Bändern versehen ist. Die beiden eingeschalteten Knorpelscheiben wirken ganz wie ein Strohkranz, den man auf den Kopf legt, um eine Last auf demselben sicherer und ruhiger zu tragen; sie vermehren die Stabilität des Kniegelenks und dämpfen als elastische Zwischenpolster die Gewalt der Stöße, die das Gelenk beim Springen zu ertragen hat. Die Kniescheibe, ein herzförmiger Knochen, deckt von vorn her die Kniegelenkshöhle und legt sich deshalb eben sowohl an den Oberschenkelknochen wie an das Schienbein an. — Das Gerüste des Unterschenkels besteht wie das des Unterarms aus 2 Knochen, nur können sich diese Unterschenkelknochen nicht um einander in einem Halbkreise herumdrehen, wie die Speiche um das Ellenbogenbein, auch übertrifft der eine derselben, das Schienbein, welches am innern Rande des Unterschenkels in der Richtung der großen Zehe liegt, den andern, das Wadenbein, der am äußern Rande des Unterschenkels in der Richtung der kleinen Zehe seine Lage hat, bedeutend an Größe und Umfang. Beide Unterschenkelknochen sind an ihrem untern Ende etwas angeschwollen und bilden mit dem Fuße das Fußgelenk (ein freies, nach beiden Seiten aber eingeschränktes Gelenk). Diese Anschwellungen der Unterschenkelknochen an den Seiten des Fußgelenkes heißen Knöchel; der innere gehört dem Schienbeine, der äußere dem Wadenbeine an. Zur Bildung des Kniegelenkes trägt nur das Schienbein, nicht aber das Wadenbein bei. — Der Fuß hat, wie die Hand, 3 Abtheilungen, nämlich die Fußwurzel, den Mittelfuß und die Zehen. Die Fußwurzel besteht aus 7 Fußwurzelknochen, von denen der oberste und mit den beiden Unterschenkelknochen zum Fußgelenke vereinigte das Sprungbein heißt; unter ihm liegt das Fersenbein, welches dem ganzen Körper zum Stützpunkte dient und mit der Hacke oder Ferse am hintern Theile des Fußes herausragt. An das Sprung- und Fersenbein legen sich vorn noch das Kahnbein, die 3 Keilbeine und das Würfelbein an; mit dem letztern Knochen vereinigt sich dann der 4. und 5. Mittelfußknochen, mit den Keilbeinen der 1., 2. und 3. Mittelfußknochen. Diese 5 Mittelfußknochen sind ebenso wie die Fußwurzelknochen durch straffe Gelenke unter einander verbunden, und dies ist auch beim Mittelfußknochen der großen Zehe der Fall, weshalb diese nicht so beweglich wie der Daumen

ist. — Die Zehen bestehen, wie die Finger, aus 3 Gliedern, mit Ausnahme der großen Zehe, welche wie der Daumen nur 2 Glieder besitzt. — An der Fußsohlenfläche der großen Zehe befinden sich drei Sesambeine und zwar 2 an dem Gelenke zwischen Mittelfußknochen und erstem Gliede, und 1 am Gelenke zwischen dem ersten und zweiten Gliede.

Im Hüftgelenke (und ebenso im Achsel- wie in anderen Gelenken) wird der Zusammenhang der sich verbindenden Knochen durch den Druck der atmosphärischen Luft bedingt und dadurch die Beweglichkeit bedeutend erleichtert, da das Gewicht des Beines bei der Bewegung, ohne Kraftaufwand von Seiten unseres Körpers, von der Atmosphäre gleichsam getragen wird. Der glatte Gelenkkopf wird nämlich durch den luftleeren Raum in der Pfanne fest gehalten, selbst wenn die Weichtheile (Muskeln) um das Hüftgelenk herum, sowie dessen Kapselband durchschnitten wurden. Bohrt man aber von dem Becken aus die Knochenpfanne des Gelenkes an, so daß der äußeren Luft der Zutritt in die Gelenkhöhle eröffnet wird, so sinkt der Schenkel, dem Schwergesetze folgend, sofort heraus. Dasselbe geschieht, wenn man die Pfanne und den durch ein Gewicht belasteten Gelenkkopf unter die Luftpumpe bringt. Bedenkt man nun, daß das Gewicht des Schenkels bei einem Erwachsenen gegen 10 Kilogr. beträgt und daß diese beim Gehen durch Muskeln nicht getragen und gehoben zu werden brauchen, so ergiebt sich, wie beträchtlich der Atmosphärendruck die Bewegungen erleichtert. Beim Ersteigen hoher Berge, wo die Luft sehr verdünnt ist, reicht der Druck der Luft nicht aus, um den Schenkelkopf in der Pfanne festzuhalten; es müssen deshalb die Muskeln mehr angestrengt werden und daher rührt die größere Ermüdung. Dagegen werden die Bewegungen auf dem Meeresgrunde in der mit comprimirter Luft erfüllten Taucherglocke bedeutend erleichtert. — Das runde Band im Innern des Hüftgelenkes, welches sich am Schenkelkopf und an der Pfanne anheftet, dient nicht, wie man früher glaubte, zur Befestigung des Schenkelkopfes an die Pfanne, sondern zur Beschränkung der Drehbewegung des Oberschenkels.

Von den beiden Unterschenkelknochen ragt das Schienbein mit einem ziemlich scharfen Rande (der Schienbeinleiste) vorn am Unterschenkel hervor und ist hier nur von Haut bedeckt, so daß bei einem Drucke (Stoß, Schlag, Quetschung) der Haut gegen diesen Rand bedeutender Schmerz in dieser (nicht im Knochen) entstehen kann.

## Skeletbildungen und Stützorgane bei den Thieren.

Bei den **Wirbellosen** findet sich kein echtes Knochengewebe und nur bei einzelnen Wurmthieren und Mollusken bestehen einige Stützorgane aus Knorpel. Die niedrigste Form von Skeletbildung wird dargestellt durch Schalen und Gehäuse oder ein die Körpermasse durchsetzendes Gerüst. Bei den **Urthieren** (Protozoen) finden sich die Anfänge von Schalen- und Gehäusebildung (bei einzelnen Amoeben, Wurzelfüßern), welche durch Kalk, seltener durch Kieselerde Festigkeit erlangen. Allen Radiolarien kommt die, aus einer chitinähnlichen Haut gebildete „Centralkapsel" zu, welche häufig in ein Gitterwerk netzförmig oder stachelartig angeordnete Kieselstückchen (Spicula) ausstrahlt. Die Gehäuse der Infusorien sind Abscheidungen der Oberfläche des Leibes und entsprechen einer Zellenmembran. — Bei den **Pflanzenthieren** (Coelenteraten) bilden Abscheidungen der Oberhaut Gehäuse und die meisten Schwämme besitzen Gerüste, welche bald aus einem chitinähnlichen Stoffe bestehen (Hornschwämme), bald aus Kiesel oder Kalk (Kiesel- und Kalkschwämme). Bei den Nesseltbieren wird hauptsächlich durch Kalksalze ein Skelet gebildet, welche bald durch die Weichtheile zerstreut liegen, bald zusammenhängende Massen wie bei den Korallen bilden. — Bei den **Würmern** bildet die Körperbedeckung (der sogenannte Hautmuskelschlauch) theilweise das Stützorgan. Außerdem finden sich bei einzelnen Ringelwürmern Knorpelstücke im Kopfabschnitte, während bei den Manteltbieren die erste Andeutung des Rückenstranges (Chorda dorsalis) auftritt, welche unter allen Wirbellosen die Manteltbiere als die nächsten Blutsverwandten der Wirbelthiere erkennen läßt. — Bei den **Sternthieren** (Echinodermen) hat sich der Hautmuskelschlauch der Würmer dahin ausgebildet, daß die Körperbedeckung mehr von der Muskulatur getrennt ist. Durch Einlagerung von Kalk in die Körperbedeckung wird dieselbe Stützorgan, „Hautskelet", welches sich mitunter in's Innere des Körpers fortsetzt und dort

innere Skelete bildet. — Bei den **Gliederthieren** (Arthropoden wird die häufig durch Ablagerung von Kalksalzen fester gewordene) Chitinhülle zum Hautskelete, welches als Schutzorgan für die inneren Organe, sowie als Stützapparat dient, an welchem die Muskeln entspringen und sich anheften. Auch die Bedeckung der Gliedmaßen dient als Skelet und besitzt große Wichtigkeit für die Thätigkeit (Ortsbewegung) dieser Organe. — Die als Schutz- und Stützorgane dienenden Schalen und Gehäuse der **Weichthiere** (Mollusken) sind nach außen abgelagerte (den Chitinskeleten der Gliederthiere entsprechende) Ausscheidungen, welche in inniger Beziehung zum Mantel der Thiere stehen, dem sie angelagert sind. Das Flächenwachsthum, wie die Verdickung der Schale wird vom Mantel besorgt. Manche Schalen bestehen nur aus weicher, gallertähnlicher (organischer) Masse, aus welcher durch Aufnahme von mehr oder weniger Kalksalzen hornartige oder noch derbere Bildungen hervorgehen. Bei den Cephalopoden (Weichthieren mit Kopf und Zähnen finden sich im Kopfe als Stützapparat kleine Knorpelstückchen, von denen bei den Krakken das bedeutendste als Hülle der Nervencentren und als Stütze des Gesichts- und Gehörsinns dient.

Bei den **Wirbelthieren** finden sich sowohl Hautskelete, als innere Skelete. Die Hautskelete treten auf als kleine Knochenplättchen bei den **Fischen** (Haien), welche bei Schmelzfischen und Stören in größere Knochenplatten umgewandelt sind, von denen sich dann die „Schuppen" der Knochenfische ableiten lassen. Der Schädel der Fische bildet die Urform des Schädels, aus welcher durch eine zusammenhängende Reihe von Umbildungen der Schädel aller höheren Wirbelthiere, einschließlich des Menschen, hervorgegangen ist. — Unter den **Amphibien** waren schildförmige Hautknochen bei den fossilen Archaeosauriern verbreitet, welche sich vereinzelt noch in rudimentärer Gestalt bei lebenden Amphibien vorfinden. — In größerer Verbreitung finden sich Hautknochen bei den **Reptilien.** Bei den Krokodilen stellen Hautknochen einen Panzer dar und auch bei manchen Eidechsen finden sich zusammenhängende Hautknochen in der Körperbedeckung. Durch ähnliche Hautverknöcherungen entsteht bei den Schildkröten ein, mit inneren Skelettheilen in Verbindung stehendes, eigenthümlich entwickeltes Hautskelet, aus Rücken- und Bauchschild.

Das innere Skelet der Wirbelthiere hat eine bestimmte Grundgestalt, welche in ihrer niedersten Form bei den Mantelthieren (Seescheiden und Appendicularien) angedeutet ist. Als erster Zustand des innern Skelets zeigt sich ein stabförmiges aus Zellen bestehendes Gebilde, welches die Länge des Körpers durchzieht („Rückensaite, Chorda dorsalis"). Die Chorda findet sich unmittelbar unter der Anlage des centralen Nervensystems, und entsteht, wie dieses, aus dem sogenannten äußern Keimblatte. Unter ihr findet sich die Leibeshöhle mit dem Nahrungskanal und seinen Anhängen. Der niederste Zustand eines Axenskelets bleibt den Rohrherzen (Amphioxus) ständig eigenthümlich, während er bei den übrigen Wirbelthieren nur (als Vorläufer der Wirbelsäule) im Jugend- (Embryonal-) Zustande erscheint und sich in verschiedenen Graden weiter ausbildet. Im Gegensatz zu den Rohrherzen (Schädellosen) ist bei allen anderen Wirbelthieren (Schädelthieren) das Rückgrat in Schädel und Wirbelsäule getrennt. Indem um die Chorda Knorpelgewebe entsteht, gliedert sich dieselbe in einzelne Abschnitte, „Primordialwirbel", und stellt so die „Wirbelsäule" dar. Das vorderste Stück des Axenskelets theilt sich nicht in Wirbel und umschließt als „Primordialschädel" das aus dem vordersten Abschnitt des centralen Nervensystems hervorgegangene Gehirn mit den ein- oder angelagerten höheren Sinnesorganen (Geruchs-, Gesichts- und Gehörsinn). Ein dem Primordialschädel angefügtes Bogensystem, „Visceralskelet", bildet mit diesem das Skelet des Kopfes und dient zur Bildung des „Kiefergaumenapparates" wie des „Kiemengerüstes". Letzteres bildet sich beim Verschwinden der Kiemenathmung zurück oder dient zu anderen neuen Einrichtungen. Die niedrigste Form der Wirbelsäule findet sich bei den Rundmäulern, Chimären und Lurchfischen. Bei den Säugethieren geht die Chorda sehr früh, ehe sich Knochen anlegt, durch das Wachsthum des Knorpels zu Grunde. Die Zahl der „Wirbel" ist sehr unbestimmt; die meisten Säugethiere haben 7 Halswirbel. Die beiden vordersten Halswirbel (Atlas und Umdreher) kommen den Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugethieren zu. Der Schwanztheil der Wirbelsäule ist bald sehr entwickelt, bald zurückgebildet. Bei manchen Affen finden sich 30 Schwanzwirbel, bei anderen sinken sie unter die Zahl, die sich beim Menschen im Steißbeine erhalten hat. Die aus den unteren Bogen der Primordialwirbel hervorgegangenen „Rippen" fehlen dem Amphioxus, den Rundmäulern und Chimären. Mit Ausnahme des Atlas kommen Rippen an Wirbeln jeder Art vor. Bei Fischen und Schlangen kommen Rippen an den vorderen Halswirbeln vor und Ueberbleibsel (Rudimente) von solchen finden sich bei Vögeln, Krokodilen, Schnabelthieren und Faulthieren, in Form eines Knochenkernes selbst beim Menschen. Ebenso finden sich an den Lendenwirbeln Rippenrudimente beim Krokodil und mehreren Säugethieren. Die Rippen der Fische endigen frei und haben nichts gemein mit den „Fleischgräten", welche als verknöcherte Sehnenstreifen zu betrachten sind und mitunter die Rippen an Stärke übertreffen. Das „Brustbein" tritt zuerst bei den Amphibien auf, erscheint als verwandte Bildung in der „Brustbeinplatte" bei Eidechsen und Krokodilen und entwickelt sich weiter zum Brustbein der Vögel, welches einen leistenartigen Vorsprung, den „Kiel" (zum Ansatze der dem Fliegen dienenden Muskeln) besitzt. Das Brustbein der Säugethiere ist vielen Veränderungen unterworfen und nimmt die beim Menschen vorkommende Form erst bei den Affen an. — Die „Gliedmaßen" treten als unpaare (Rücken-, Schwanz- und After-) Flossen bei den Fischen auf. Die paarigen Gliedmaßen sind mit der Wirbelsäule durch den Schulter- und den Beckengürtel verbunden. — Die „Hand der Säugethiere", vom Menschen bis zur Brustflosse des Seehundes, dem Vorderfuße des Schnabelthieres, dem Flügel der Fledermaus, ist ganz aus denselben Knochen zusammengesetzt, nur ihre Größe und Form ist verändert. Selbst die Flügel der Vögel, die Vorderfüße der Reptilien und Amphibien sind wesentlich aus denselben Knochen zusammengesetzt, wie die Arme des Menschen und die Vorderbeine der übrigen Säugethiere. Sie lassen sich sämmtlich aus dem Fuße der Amphibien ableiten, welcher aus der Fischflosse entstanden ist. Auch die „hinteren Gliedmaßen" der höheren Wirbelthiere lassen sich aus der Fischflosse ableiten. Bei den Schildkröten macht sich an der Fußwurzel eine leise Verschmelzung einzelner Knochen bemerkbar, welche sich bei anderen

Reptilien (Krokodile, Eidechsen) weiterbildet. Der Vogelfuß zeigt nur im Jugend-Embryonal-Zustande die Verhältnisse der Reptilien, während beim ausgebildeten Thiere weitere Verschmelzungen eintreten. Bezüglich der Zehen ist bei den Reptilien noch die Fünfzahl vorherrschend, während dieselbe bei den Vögeln auf 4—3 und sogar auf 2 herabgeht. Für den Fuß der Säugethiere ist am charakteristischsten die Fußwurzel, welche das Sprung- und Fersenbein besitzt; zwischen dem Sprungbein und Unterschenkel entwickelt sich das wichtige Sprunggelenk. Die Mittelfußknochen und die Zehen zeigen verschiedenartige Modificationen und die Zehenzahl bewegt sich zwischen 5 und 1. Die Zahl der Zehenglieder ist stets gleich jener der Finger. Die hintere Extremität zeigt stets mehr, wenn nicht Rückbildung eintritt, ihr ursprüngliches Verhalten und dient fast nur der Bewegung im Wasser und auf dem Boden). Bei Beutelthieren und Affen dient sie zwar noch als Greiforgan, ohne jedoch Abweichungen im Bau zu zeigen. Die „Kniescheibe" ist sehr verbreitet und bereits bei Reptilien vorhanden. — Bei den Amphibien wird die Grundform des „Beckens" der höheren Wirbelthiere angebahnt, durch die Verbindung der beiden Beckenknochen mit der Wirbelsäule. — Bei den Wirbelthieren finden sich noch in manchen Organen Knochen, welche den Menschen fehlen; so im Herzen (zwischen Kammer und Vorkammer bei einzelnen Wiederkäuern (Hirsch und Rind) und Dickhäutern (Elephant); im Zwerchfell des Kameels, Lamas und Igels; Sehnenknochen der Vögel; im Auge der Vögel (die Hornhaut umgebend; in der äußeren Nase (Rüsselknochen des Schweines und Maulwurfs; in der Zunge (bei Fischen und Vögeln); in den Athmungsorganen (Kehlkopf, Luftröhre und Luftröhrenverzweigungen vieler Vögel) u. s. w. — Geweihe (mit vergänglicher Hautbedeckung) und Gehörne (mit Hornschicht) sind Fortsätze der Stirnbeine.

Das Gewebe des Skelets der Wirbelthiere geht von niederen zu höheren Zuständen über. Bei den Rundmaulern besteht das Skelet nur aus einem knorpelähnlichen Gewebe. Bei den übrigen Wirbelthieren bestehen die Skelettheile im ersten Zustande aus echtem Knorpel, welcher verkalkt und endlich verknöchert. Die Knochenbildung ist die höchste Gewebsform des Skelets. — Die Knochen der Vögel sind zum größten Theil markfrei und mit Luft erfüllt „Luftknochen". Ausgenommen sind: Die Knochen der Hand, des Fußes, des Vorderarms und Unterschenkels. Die Luft dringt durch einen Luftkanal, welcher mit Luftsäcken und mit der Lunge in Verbindung steht, in die Knochen ein. Die jungen Vögel haben noch Mark in den Knochen, können deshalb noch nicht fliegen, sind noch nicht „flügge". Manche Vögel, wie Pinguine und Alken, werden nie flügge, können nur schwimmen und watschelnd gehen, Strauße und Casuare nur laufen.

## II. Muskelgewebe und Muskelsystem.

Die Bewegungen, welche wir mit unserm Körper vornehmen und die wir innerhalb desselben vorgehen sehen, werden vorzugsweise durch weiche, rothe, durch das Mikroskop deutlich wahrnehmbare Fasern veranlaßt*), welche das Vermögen besitzen sich zu verkürzen und sodann wieder in ihren natürlichen Zustand zurückzukehren, also sich wieder zu verlängern. Man nennt diese Fasern „Muskelfasern" und ihr Verkürzungsvermögen „Contractilität, Zusammenziehungsfähigkeit". Sie bilden dadurch, daß sie sich in dickeren und dünneren Gruppen (Bündeln und Bündelchen) an einander lagern, das „Muskel

*) Außer durch Muskelfasern kommt Bewegung auch noch an den Blut- und Lymphkörperchen (s. diese) und an einigen wenigen Stellen des Körpers auch durch das unaufhörliche Schwingen der freien Enden mikroskopisch feiner und structurloser Wimpern oder Flimmerhärchen (Flimmercilien) zu Stande (siehe S. 85 Fig. 38). Eine solche Wimper- oder Flimmerbewegung (bestehend entweder in einem abwechselnden Umbiegen und Wiederaufrichten der Härchen oder in pendelartigen Bewegungen) findet sich auf dem Oberhäutchen der Schleimhaut in der Nase, dem Athmungsapparate, den Thränenwegen, der Ohrtrompete, und in den weiblichen Geschlechtsorganen, sowie auf der Zellmembran in den Hirnhöhlen. Die Härchen können durch ihre auf Zusammenziehung des Protoplasmas beruhende Bewegung flüssige und feste Stoffe in bestimmter Richtung (meist vom Innern des Körpers nach außen) weiter bewegen.

gewebe". Dieses stellt aber, indem es von Bindegewebe, Fett, zahlreichen Gefäßen und Nerven durchzogen und zu Gebilden von verschiedener Gestalt angehäuft ist, die „Muskeln" dar. Sie sind es, welche man als „Fleisch" bezeichnet und jene weiche, feuchte, rothe, aus Fasern bestehende und mit einer „Fleischsaft" genannten Flüssigkeit durchtränkten Masse bilden, die ziemlich dicht unter der äußeren Haut liegt und zum größten Theile an das knöcherne Gerüste unseres Körpers befestigt ist.

Die Bewegungserscheinungen im menschlichen Körper sind aber von zweierlei Art; entweder willkürliche, welche durch unsern Willen hervorgerufen werden können, oder unwillkürliche, auf welche unser Wille durchaus keinen Einfluß ausüben kann. Die diese Bewegungen veranlassenden Muskelfasern zeigen sich, je nachdem sie einem willkürlich oder einem unwillkürlich arbeitenden Muskel angehören, unter dem Mikroskope verschieden. Die einem willkürlichen, unter dem Einflusse des Willens stehenden Muskel angehörigen Fasern, die man auch „animalische oder quergestreifte" nennt, weil sie unter dem Mikroskope auf ihrer Oberfläche eine quere Streifung zeigen, sind überall da im Körper angebracht, wo energische Bewegungen vorkommen. Sie bilden das dunkelrothe, saftige Fleisch und Muskeln von der verschiedensten Form und Größe, die meist an Knochen angeheftet sind (Stamm- oder Skeletmuskeln) und etwa 45% der gesammten Masse des Körpers ausmachen. Nur wenige unwillkürlich arbeitende Muskeln bestehen aus quergestreiften Fasern, und darunter ist der wichtigste das Herz, dessen Muskelfasern sich aber doch auch noch von denen der Skeletmuskeln auszeichnen, nämlich dadurch, daß jede Faser aus einer Verschmelzung mehrerer ein- oder mehrkörniger quergestreifter Muskelzellen besteht, also eine Muskelkette oder einen Muskelzellbalken bildet. Außerdem anastomosiren auch die Herzmuskelfasern mit einander (d. h. sie gehen unmittelbar in einander über und hängen so netzartig unter einander zusammen), was die Stammmuskelfasern nicht thun. — Die unwillkürlichen Muskeln, aus blaßröthlichem Fleische, sind aus Fasern zusammengesetzt, welche unter dem Mikroskope keine Querstreifung zeigen, sondern eine glatte Oberfläche haben. Diese „glatten" Muskelfasern werden auch als einfache, platte, organische, dem vegetativen Leben angehörige, oder als contractile Faserzellen bezeichnet. Sie dienen den Zwecken des vegetativen Lebens, namentlich der Ernährung, umgeben als Muskelhäute fast alle Höhlen und Kanäle der Eingeweide und Blutgefäße, deren Verengerung sie besorgen, und ihre Zusammenziehungen gehen weit langsamer und weniger energisch als die der quergestreiften Fasern vor sich. Es vergeht nämlich nach der Reizung geraume Zeit, ehe die Verkürzung beginnt, dann tritt eine ganz langsame Zusammenziehung ein, die eine Zeit lang bleibt und nur allmählich wieder nachläßt.

Das **Muskelgewebe** wird aus zahllosen Gruppen, Bündeln und Bündelchen weicher, rother Fasern zusammengesetzt. Man unterscheidet glatte oder unwillkürliche und quergestreifte oder willkürliche Muskeln. Die glatten Muskeln bestehen aus contractilen, langgestreckten, meist hüllenlosen Zellen (s. Fig. 46), welche mit stäbchenförmigen Kernen versehen und mit ihren Enden an einander gereiht sind. Im Mittel sind sie 0,028—0,225 Mm. lang und 0,007—0,015 Mm. breit. Die quergestreiften Muskeln werden aus längeren unverzweigten Muskelfaden oder Muskelfasern (Muskelfibrillen, Primitivfasern) zusammengesetzt, welche zwischen 0,01—0,05 Mm. dick sind und zumeist die Länge des Muskels besitzen, dem sie angehören. Eine wechselnde Anzahl dieser Muskelfasern tritt zu 0,5—1 Mm. starken Bündelchen zusammen, die sich dann zu stärkeren Bündeln vereinigen. Unter dem Mikroskope zeigt sich, daß die Muskelfaser aus einer zarten structurlosen Hülle (Sarcolemma) und einem contractilen Inhalte (Fleischmasse oder contractile Substanz) besteht: ist die Fleischmasse durch Zerrung zerrissen, so tritt das Sarcolemm auf das deutlichste hervor (s. Fig. 47 und 48a). Dieser Hülle zunächst finden sich zahlreiche ovale Kerne (Muskelkörperchen). Die frische, einem lebenden Thiere entnommene Muskelfaser hat einen flüssigen oder halbflüssigen Inhalt.

Fig. 46.

Fig. 47.

Fig. 48.

a. b.

Fig. 46. Unwillkürliche Muskelzelle. Fig. 47. Zwei quergestreifte Muskelfasern; in der einen ist das Fibrillenbündel gerissen und das Sarcolemm als leere Röhre zu sehen. Fig. 48 a. Durchrissener quergestreifter Muskelfaden mit stellenweise leerem Sarcolemm. b. Quergestreifter Muskelfaden mit Zerfaltung in Primitivfibrillen.

Bei Behandlung mit gewissen chemischen Reagentien scheint die willkürliche Muskelfaser aus dünnen auf einander gethürmten Scheiben (Muskelscheiben oder Discdiaklasten) zu bestehen, bei anderen Behandlungsweisen theilt sich die Fleischmasse der Länge nach in ein Bündel quergezeichneter Fäserchen (Längsfibrillen). Im lebenden Muskel giebt es weder Scheiben noch Fibrillen; die Scheiben- und Fibrillenbildung scheint nur die Wirkung der zugesetzten Reagentien zu sein. — Außerdem enthält die Muskelfaser noch Nervenendigungen, d. s. bald mehr membranartige oder faserige Nervenendplatten mit einer hügelförmigen Erhebung, dem Nervenhügel, welche unter dem Sarcolemm ihren Sitz haben.

Von den **chemischen Bestandtheilen** des geronnenen Muskelinhalts sind verschiedene Eiweißkörper bekannt, deren wässerige Lösung (Muskelplasma) die Hauptmasse der flüssigen Muskelsubstanz (des Muskelröhreninhalts) auszumachen scheint. Durch die Gerinnung, welche die Ursache der Leichen- oder Todtenstarre*) ist, wird ein Eiweißkörper, das Myosin, ausgeschieden, wobei eine saure Flüssigkeit (Muskelserum) frei wird. Das Muskelserum enthält die übrigen Muskelbestandtheile, nämlich: verschiedene Eiweißkörper, darunter gewöhnliches Eiweiß (s. S. 58); Kohlenhydrate (Glycogen, Dextrin, Traubenzucker, Inosit); Lecithin, Fette, Fleischmilchsäure und Fettsäuren (Ameisen- und Essigsäure); stickstoffhaltige Zersetzungsproducte der Eiweißkörper: Kreatin, Kreatinin, Carnin, Sarkin und Xanthin (s. S. 60), sowie einen rothen Farbstoff (Hämaglobin); Salze, besonders Kalisalze, Wasser und Gase hauptsächlich Kohlensäure).

* Die Todtenstarre, durch das Gerinnen der spontan gerinnbaren Eiweißkörper des Muskelröhreninhaltes veranlaßt, wobei sich die Muskeln etwas zusammenziehen, tritt meist in den ersten 12 Stunden nach dem Tode ein und hält gegen 24 bis 48 Stunden an, bis die Fäulniß beginnt. In Folge dieser Starre wird der Mund der Leiche fest geschlossen, der Nacken steif, der Stamm gestreckt, Arme und Beine beugen sich etwas und die Daumen schlagen sich ein.

Die willkürlichen oder quergestreiften Muskeln, von denen es über 300 giebt, bestimmen besonders die äußere Form des Körpers und helfen die Wände der größeren Körperhöhlen bilden. Sie sind an ihrer Außenfläche mit festen, sehnigen, die Muskeln mit einander zu größeren Gruppen vereinigenden Bindegewebshäuten (Fascien, Sehnenhäuten, Muskelbinden) überkleidet und jeder einzelne ist für sich in die sogenannte Muskelscheide eingehüllt. In ihr Inneres dringen Bindegewebsmassen (Perimysium) ein, welche sich zwischen die Bündel und Fasern fortsetzen und den Muskel so in zahlreiche längsverlaufende Fächer theilen. Dieses innere, mit Ernährungsflüssigkeit durchtränkte Bindegewebe ist hier und da mit Fett durchsetzt und der Träger der ernährenden Gefäße und der Nerven. — An die zu bewegenden Theile (Knochen, Knorpel 2c.) sind die Muskeln entweder direct oder durch Vermittelung längsgefaserter Bindegewebsmassen, Sehnen oder Flechsen genannt, angeheftet*). Hier und da, besonders wo Muskeln und Sehnen bei ihren Bewegungen sich reiben können, sind mit Gelenkschmiere (s. S. 125) erfüllte Schleimbeutel oder Schleimscheiden angebracht, auch finden sich an manchen Stellen zur Unterstützung der Bewegung noch Faserknorpel und Sesambeine (d. s. erbsengroße Knöchelchen, wie am Daumen und an der großen Zehe (s. S. 132).

Ihrer Form nach sind die Muskeln: a) länglich runde, langgestreckte, und diese finden sich hauptsächlich längs der Röhrenknochen (an den Armen und Beinen), sowie am Rücken; ihr mittleres dickeres Stück wird der Muskelbauch, ihre an den festen Punkt angeheftete Ursprungsstelle der Kopf, dagegen ihre mit dem beweglichen Theile verbundene Ansatzstelle der Schwanz genannt; Kopf- und Schwanz-Ende sind bei vielen dieser Muskeln sehnig und laufen in eine längere oder kürzere Flechse aus; b) breite, platte oder Flächenmuskeln, welche hauptsächlich die flachen Knochen am Rumpfe bedecken und sich vorzüglich zur Begrenzung der großen Leibeshöhlen eignen, sind dünn, entspringen oft mit Zacken und endigen in breite Sehnenhäute; c) ringförmige (Schließmuskeln), welche in Gestalt eines Ringes die verschiedenen Oeffnungen des Körpers (Mund, Auge, After, Scheide) umgeben und diese schließen können. d) Hohlmuskeln bilden entweder für sich hohle Organe (Herz, Gebärmutter) oder befinden sich als Muskelhäute in der Wand von Höhlen und Kanälen (Magen, Darm, Blase).

Nach der Art der Bewegungen, welche die willkürlichen Muskeln mit den Knochen in den Gelenken ausführen, werden ihnen folgende Namen gegeben: Beuger, wenn sie zwei Theile zu einander hin beugen und diese sich dadurch in der Längsrichtung des Körpers unter einem Winkel einander nähern, wie im Ellenbogengelenke der Unterarm dem Oberarm zugebeugt oder wie im Knie der Oberschenkel zum Unterschenkel gezogen wird. Ihre Gegner (Antagonisten), welche gerade die entgegengesetzte Bewegung veranlassen, heißen Strecker, sie entfernen die einander zugebogenen Theile wieder von einander. Die Anzieher ziehen die Theile von einer Seite des Körpers zur anderen, nach der Mittellinie desselben hin, z. B. den Arm an den Rumpf, die Beine aneinander. Die Abzieher ziehen dagegen einen Theil von der Mittellinie des Körpers ab und nach der Seite hin, z. B. den Arm vom Rumpfe ab, die Beine aus einander. Die Roller drehen einen Theil ent-

*) Die Kraft, welche ein Muskel auszuüben vermag, ist hauptsächlich von der Zahl seiner Fasern abhängig. Da nun zu kräftigen Bewegungen sehr viele Fasern nothwendig sind, am Knochengerüste aber nicht so viel Platz ist, daß sich alle diese Fasern daran anheften könnten, so vereinigen sich die meisten Muskelenden so innig mit den bläulichweißen Flechsen und Sehnen, daß sie sich in diese geradezu fortzusetzen scheinen. Diese sehnigen Gebilde bestehen aus einem weit festern Gewebe als die Muskelsubstanz und können deshalb auch weit dünner als die Muskeln sein, brauchen darum auch nur eine kleine Anheftungsstelle zu ihrer Befestigung. Sie stellen gewissermaßen die Zugseile vor, durch welche die lebendige Kraft des Muskels auf die trägen Knochen übertragen wird.

weder um seine eigene Axe oder um einen andern Theil in einem Halbkreise nach außen oder innen, nach vorwärts oder rückwärts herum. Sie drehen z. B. den Kopf nach rechts und links, die Hand ein- oder auswärts. — Außerdem führt noch jeder willkürliche Muskel einen Namen, den er entweder seiner Thätigkeit oder seiner Lage und Form verdankt, z. B. Kopfnicker, Lippenheber, Fingerbeuger, breiter Rückenmuskel, runder Armmuskel, Schläfe- und Brustmuskel u. s. f. — Die Muskeln liegen schichtweise über einander am Skelete, bedecken sich also theilweise und sind durch sehnige Häute (Fascien) zu größeren oder kleineren Gruppen mit einander verbunden. An manchen Stellen bilden sie nur einfache Schichten, an anderen lagern sie in 2, 3 und noch mehr Schichten über einander. — In den Lücken zwischen den Muskeln liegen, in fettreiches Bindegewebe eingebettet, die größeren Stämme und Verzweigungen der Gefäße und Nerven, und sind so zwar vor Verletzungen geschützt, doch dem Drucke von Seiten der sich zusammenziehenden Muskeln ausgesetzt. Dieser Druck auf die Gefäße ist aber für die Blut- und Lymphbewegung von nicht geringer Bedeutung.

**Eigenschaften der Muskeln, des Muskelgewebes.** Die wichtigste Eigenschaft des Muskelgewebes, weil sie dasselbe zur Arbeitsleistung befähigt, und welche außer dem Protoplasma (Blut- und Lymphkörperchen, Wimperzellen s. S. 136) nur der Muskelfaser zukommt, ist die „Contractilität, Zusammenziehungsfähigkeit", d. i. das Vermögen des Muskelgewebes, sich unter gewissen Einflüssen zu verkürzen und sodann wieder in seinen natürlichen Zustand zurückzukehren*). Dadurch nun, daß sich die Muskeln zusammenziehen und dabei verkürzen, werden die Theile, an welche die sich verkürzenden Muskeln angeheftet sind, in verschiedener Weise hier oder dahin gezogen und bewegt. Auf diese Weise veranlassen die Muskeln die mannigfachsten Bewegungen. So nähert z. B. ein Muskel, der an den Oberarm und auch an den Vorderarm angeheftet ist, diese beiden Theile einander (beugt den Arm im Ellenbogengelenke), sobald er sich zusammenzieht und verkürzt. Bei ihrer Zusammenziehung, — bei welcher sich die während der Ruhe im Zickzack gebogenen oder geschlängelten Primitivfasern geradestrecken, — werden die Muskeln nun aber nicht blos kürzer, sondern auch weniger elastisch, fester und dicker und drücken dabei auf die benachbarten Theile, was besonders günstigen Einfluß auf die Fortbewegung des Blutes in den Gefäßen hat. — Die Verkürzung, welche ein Muskel durch seine Zusammenziehung erleidet, kann bis zu $^3/_4$ der Länge des ruhenden steigen. — Die Kraft, welche ein Muskel durch seine Zusammenziehung entwickeln kann**), ist von seiner

*) Die Contractilität ist aber wohl von der Elasticität zu unterscheiden, denn bei letzterer folgt die Verkürzung des passiv ausgedehnten Körpers einem rein physikalischen Gesetze, während bei der Contractilität die Verkürzung ein Lebensact der Muskelfaser und die darauf folgende Verlängerung eine Rückkehr in den Zustand der Ruhe ist.

**) Die Kraft, welche die Muskeln während der Dauer ihrer Zusammenziehung zu entwickeln vermögen, ist sehr bedeutend. So trägt der Mensch mit beiden Händen eine Last, die schwerer ist als sein Körper und kann eine noch einmal so große ziehen. Beim Stehen auf den Zehen hält der Waden-

Dicke und Länge abhängig; je dicker ein Muskel ist, eine desto größere Last ist er auf eine bestimmte Höhe zu heben im Stande; je länger er ist, um so höher kann er eine bestimmte Last heben. — Durch längere Reizung zur Zusammenziehung wird die normale Erregbarkeit des Muskels herabgesetzt, er ermüdet und wird endlich ganz unfähig zur weiteren Contraction; durch Ruhe kann er sich dann wieder erholen. Die Contractilität des Muskelgewebes besteht nur bei normalem Stoffwechsel, besonders bei Zufluß gehörig sauerstoffhaltigen Blutes. Die Menge des Blutes, welche zu einem thätigen Muskel fließt, ist viel größer, als die durch einen ruhenden Muskel strömende; auch gehen im thätigen Muskel die chemischen Umwandelungen in Folge des Stoffwechsels in viel lebhafterm Grade vor sich. — Während des Thätigseins findet im Muskel eine gesteigerte Wärmebildung statt; so fand Helmholtz an einem Froschschenkel, der mehrere Minuten in anhaltende Contraction versetzt wurde, die Temperatur um 0,15—0,18° C. erhöht.

Setzt man das Hörrohr auf einen zusammengezogenen Muskel, oder spannt man bei gut verstopften Ohren seine eigenen Kaumuskeln stark an, dann hört man ein dumpfes Brausen, den sogen. Muskelton oder das Muskelgeräusch, welches durch die periodischen Bewegungen der kleinsten Theile des Muskels hervorgerufen wird.

Außer der gewöhnlichen Contractilität besitzt das Muskelgewebe nun aber auch noch mehrere mechanische Eigenschaften, die ihm zu seiner Thätigkeit nöthig sind, wie Cohäsion, Dehnbarkeit und Elasticität. Die Cohäsion (worunter der Widerstand verstanden wird, den ein Muskel der Zerrung bis zum Zerreißen entgegensetzt) nimmt bis zum kräftigen Mannesalter zu, dann aber wieder ab. Die Dehnbarkeit, sowie die Elasticität des Muskels ist eine ziemlich große; nach bedeutender Ausdehnung kehrt er wieder vollkommen zu seiner ursprünglichen Länge zurück*). Die Muskeln sind im lebenden Körper so an ihre Knochen befestigt, daß sie etwas über ihre natürliche Länge gedehnt werden. Dies hat nun den Vortheil, daß bei der eintretenden Zusammenziehung keine Kraft und Zeit für die Anspannung des vorher schlaffen Muskels verloren geht, sondern daß sofort die Bewegung zu Stande kommt. Von abnormer Dehnbarkeit und Elasticität hängen

---

muskel einer Last das Gleichgewicht, welche das Eigengewicht des Muskels um das Zweihundertfache überbietet. Das Zerbeißen von Pfirsichkernen verlangt eine Kraft von 100 bis 150 Kilogr.

*) Mit der großen Elasticität des Muskels ist eine bedeutende Arbeitsersparung verbunden, denn wenn bei der Contraction von Muskeln deren Antagonisten stark gedehnt wurden, so werden durch deren Elasticität die bei der Bewegung aus ihrer Ruhelage gebrachten Knochen ohne weitern Kraftaufwand wieder in ihre Ruhe zurückversetzt; es bedarf dazu also keiner lebendigen Contraction.

mannigfache abnorme Verkürzungen oder Verlängerungen von Muskeln (falsche Stellungen der Glieder ab.

Auch elektrische Erscheinungen sind während des Lebens und zwar hauptsächlich während der Unthätigkeit des Muskels in demselben zu entdecken. Der lebende leistungsfähige Muskel zeigt sich beständig von einem elektrischen Strome (dem sogen. Muskelstrom) durchflossen, der erst allmählich mit dem Tode, nach übermäßig hohen oder niedrigen Temperaturen und durch die Einwirkung gewisser chemischer Agentien erlischt. Die Bedeutung dieser Erscheinungen, welche beim Thätigsein des Muskels abnehmen, ist aber noch nicht hinlänglich erkannt.

Die Sensibilität (Empfindlichkeit) der Muskeln ist nicht bedeutend, denn für mechanische Verletzungen (Stechen, Schneiden, Brennen) sind sie nicht besonders empfindlich. Wohl haben sie aber ein ziemlich feines Gefühl für den Grad ihrer Anstrengung und Ermüdung, weshalb man sie auch als den Sinn zur Wahrnehmung der Schwere (Muskelgefühl) und des Widerstandes der Körper (Kraftsinn) ansieht.

**Thätigkeit der Muskeln.** Der Muskel ist niemals von selbst thätig, er muß zu seiner Zusammenziehung erst angetrieben werden und dies geschieht fast stets mit Hülfe des Nervensystems. Die Einflüsse, welche die Zusammenziehung veranlassen, nennt man „Reize", die Einwirkung desselben auf den Muskel „Erregung", und die Fähigkeit des Muskels, durch Reize erregt werden zu können, seine „Erregbarkeit" oder Irritabilität". Insofern jene Reize Quantitäten von Spannkräften in lebendige Kräfte überführen (s. S. 92), verhalten sie sich diesen gegenüber wie „auslösende Kräfte", und man spricht daher von der Auslösung der Muskelarbeit durch die Reize. In der Regel findet diese Auslösung vom Nervensystem aus statt. — Für die gestreiften Muskelfasern ist der wichtigste Reiz unser durch Nerven zum Muskel geleiteter Wille, weshalb die Muskeln auch willkürliche genannt werden. Für die glatten Muskeln dient der Inhalt der Kanäle und Höhlen, welche sie umschließen, als Reiz. Aber auch hier werden die Contractionen durch das Nervensystem vermittelt. — Außer dem normalen, von den im Muskel sich verbreitenden (motorischen) Nerven ausgehenden Reize, giebt es auch noch andere Muskelreize*), welche theils in Folge krankhafter Verhältnisse, theils künstlich angewendet, auf den Muskel erregend wirken, wie: Elektricität, chemische

*) Früher war man der Ansicht, daß es keine directe Muskelerregbarkeit gebe und daß alle auf den Muskel direct angewendeten Reize nur die im Muskel enthaltenen Nervenendigungen und erst durch deren Vermittelung indirect den Muskel erregen. Es giebt jedoch eine directe Muskelirritabilität, denn es giebt Muskelreize, die den Nerven nicht zu erregen im Stande sind und Stoffe, welche den Nerven lähmen, nicht aber die Erregbarkeit des Muskels.

Reize (Mineralsäuren, Metallsalze, Ammoniak ꝛc.), thermische Reize (Temperaturen über 40° C.) und mechanische Reize (Druck, Quetschung, Zerrung) u. s. w.

Die Erregbarkeit (Leistungsfähigkeit), welche mit dem Eintritte der Todtenstarre für immer aufhört, ist nicht immer bei ein und demselben Muskel gleich groß. Sie hängt ab: vom Sauerstoffgehalte des Muskels (sie wächst mit diesem); vom Muskelstrom (sie ist um so größer, je stärker derselbe); von der Temperatur (sie ist bei einer mittleren Temperatur am größten und nimmt mit dem Sinken und Steigen derselben ab). Sie wird von der vorangegangenen angestrengten Thätigkeit auf einige Zeit herabgesetzt und diese Herabsetzung nennt man „Ermüdung"; die Ursache derselben liegt wahrscheinlich in der Anhäufung der durch das Thätigsein entstandenen Zersetzungsproducte (Kohlensäure, Milchsäure, Kalisalze) und im Verbrauch des im Muskel abgelagerten Sauerstoffs. — Während des Thätigseins des Muskels, bei welchem er mehr Sauerstoff verbraucht, nimmt die Elektricitätserzeugung ab, die Wärme zu, und es bilden sich im Muskelgewebe in Folge von Verbrennungen der krafterzeugenden Substanz (welche im Muskelinhalt gelöst enthalten ist) Kohlensäure, Fleischmilchsäure ꝛc. Die Kohlensäure wird an das Blut abgegeben, wie das Venenblut des Muskels beweist, welches während der Thätigkeit kohlensäurereicher abfließt, als während der Ruhe. Außer der schädlichen Kohlensäure schafft das Blut auch noch die abgenutzten Muskelstoffe (Muskelschlacken) und die schädliche Fleischmilchsäure fort; während es demselben Sauerstoff, Eiweißsubstanzen zum Neubaue seiner Bestandtheile und stickstoffloses (kohlenstoffhaltiges) Material zur Kraftentwickelung liefert. — Man hatte früher angenommen, daß die Arbeitsleistung der Muskeln vorzugsweise durch die Verbrennung der eiweißstoffigen Muskelsubstanz zu Stande komme; es ist aber neuerlich nachgewiesen worden, daß diese Arbeitsleistung weit mehr durch Verbrennung des zugeführten kohlenstoffreichen Heizungsmaterials (dessen Spannkräfte leicht in lebendige Kräfte umgewandelt werden können) veranlaßt wird. Deshalb wird auch trotz großer Muskelanstrengung die Ausfuhr des Harnstoffes (eines Zersetzungsproductes der Muskelsubstanz s. S. 60) nicht so bedeutend vermehrt, als man glauben sollte, wohl aber die der Kohlensäure. Wie die Arbeitsleistung einer aus Eisen und Messing bestehenden Dampfmaschine durch die Verbrennung von Kohlen zu Stande kommt, dabei aber Maschinentheile selbst sich abnutzen und deshalb reparirt werden müssen, ebenso verhält es sich bei der Muskelmaschine. Daher muß auch die Nahrung Eiweißsubstanzen enthalten, wenn die Muskeln in gutem Zustande bleiben sollen, und bei reichlicher Einfuhr eiweißhaltiger Nahrungsmittel werden die Muskeln sich kräftig entwickeln und großer Leistungen fähig werden, wenngleich diese Leistungen selbst nur durch den Verbrauch kohlenstoffreicher Stoffe in erheblicher Menge möglich sind. Bei anstrengender Arbeit müssen daher neben den reparirenden Eiweißsubstanzen reichlich kohlenstoffhaltige Nahrungsmittel (Stärkemehl, Zucker, Fett) genossen werden (s. später bei Nahrung).

Die Muskeln brauchen, wenn sie sich kräftig zusammenziehen oder, wie man sagt, tüchtige Muskelkraft entwickeln sollen, vor allen Dingen eine fortwährende Zufuhr recht guten nahrhaften und besonders sauerstoffreichen Blutes. Sodann müssen sie sich nach jeder Anstrengung gehörig ausruhen können. Durch übermäßige, zu starke und zu lange andauernde Zusammenziehungen (Ueberanstrengung) können Muskeln vorübergehend oder auch für immer sehr geschwächt und sogar vollständig gelähmt werden. — Durch langanhaltende Unthätigkeit werden die Muskeln schlaff, matt, mager und schließlich

anstatt fleischig nur fettig. Je öfter ein Muskel richtig gebraucht wird und dann nach dem Gebrauche die erforderliche Ruhe hat, desto fleischiger, fester und stärker wird derselbe. Daher kommt es, daß Tänzer stark entwickelte Beine (gewöhnlich bei sehr mageren Armen und dagegen Schmiede herkulische Arme oft bei sehr dürren Beinen) haben. — Nicht blos beim Bewegen der einzelnen Körpertheile müssen die Muskeln arbeiten (sich zusammenziehen), sondern auch bei der Feststellung von Körpertheilen, wie beim Stehen und Sitzen, müssen sich die erforderlichen Muskeln anspannen. Deshalb werden diese Körperhaltungen, welche eine gleichmäßig unveränderte Anstrengung der betheiligten Muskeln verlangen, viel leichter ermüden als Bewegungen, die abwechselnd bald von diesen, bald von jenen Muskeln besorgt werden. So ermüdet längeres Stehen weit mehr wie das Gehen; und darum bringt anhaltendes Geradesitzen ohne Anlehnen des Rückens eine solche Ermüdung und Erschöpfung der Rückenmuskeln hervor, daß der Rumpf unwillkürlich zusammensinkt und die Wirbelsäule sich krümmt.

Die Muskeln, welche wir ganz nach unserer Willkür in Zusammenziehung versetzen können, die also willkürliche Bewegungen veranlassen, müssen durchaus durch Nervenfäden mit dem Gehirne, welches als Verstandesorgan auch der Sitz des Willens ist, in Zusammenhange stehen. Diese Fäden, welche auch Bewegungsnerven oder motorische Nerven heißen, empfangen von unserm Willen den Befehl, diejenigen Muskeln, in welchen sie sich verbreiten (enden), zur Thätigkeit (also zur Zusammenziehung und Verkürzung) aufzufordern. Diese vom Gehirn zu den Muskeln gezogenen Bewegungsfäden sind demnach mit Telegraphendrähten zu vergleichen, denen auf der einen Station (dem Gehirne vergleichbar) eine Nachricht aufgegeben wird, um sie einer anderen Station (den Muskeln) zu überbringen. Sobald der Zusammenhang dieser Nervenfäden zwischen dem Gehirn und den Muskeln irgendwo oder irgendwie unterbrochen wird, so hört auch sofort (wie beim Zerschneiden der Telegraphendrähte die Leitung bis zur Endstation) die Möglichkeit auf, diejenigen Muskeln vom Gehirne aus zur Bewegung zu zwingen, in welchen sich die unterbrochenen Nervenfäden endigen. Den Telegraphendrähten gleichen die Nervenfäden auch noch darin, daß ihre Wirkung durch elektrische Thätigkeit vermittelt wird.

Willkürlich zu gebrauchende Muskeln müssen stets erst ihre Thätigkeit durch öfters wiederholtes Zusammenziehen (durch Uebung und Gewohnheit) erlernen. So braucht ein kleines Kind längere Zeit, ehe es Gegenstände ergreifen lernt; und wie lange man oft üben muß, um guter Turner, Tänzer oder Schwimmer zu werden, ist bekannt. Dies kommt aber daher, daß das Gehirn nur allmählich es lernt, seinen Willen sehr schnell gerade auf diejenigen bestimmten Nerven zu

lenken, welche die gewünschten Bewegungen veranlassen. Dazu kommt, daß anfangs gewöhnlich der noch ungeübte Wille nicht allein nur gerade auf die zu einer bestimmten und beabsichtigten Bewegung erforderlichen Nerven trifft, sondern zugleich auch noch auf mehrere andere, meist benachbarte. Dann werden neben der beabsichtigten Bewegung auch andere, sogen. Mitbewegungen oder associirte Bewegungen veranlaßt, die oft äußerst komisch aussehen, wie z. B. das Gesichtverziehen bei Handarbeiten, das Gesticuliren mit den Armen bei Beinübungen ꝛc. Etwas Aehnliches geschieht beim Anfänger im Clavierspiel, der anstatt einer Taste oft mehrere anschlägt. — Je öfter übrigens willkürliche Muskeln durch ihre Nervenfäden vom Gehirne aus zur Zusammenziehung gezwungen werden, desto kräftigere, schnellere und geschicktere Bewegungen lernen sie ausführen, wie dies ja die jetzigen Claviervirtuosen deutlich beweisen. Uebung macht eben wie überall so auch hier den Meister.

Muskeln, deren Nervenfäden nicht mit dem Gehirn, sondern nur mit dem Rückenmarke oder den Nervenknoten (Ganglien) in Verbindung stehen, können durch unsern Willen niemals zur Zusammenziehung veranlaßt werden. Diese Muskeln heißen deshalb auch die unwillkürlichen und sie besorgen die nöthigen Bewegungen in den zum Leben unentbehrlichen Apparaten, wie im Verdauungs-, Blutlaufs-, Athmungs-, Harnapparate ꝛc.*)

Der innere Zusammenhang der Muskeln mit dem Nervensysteme (s. dieses), sowie die im Nervensysteme herrschenden Gesetze, bedingen im Muskelsysteme eine Menge von zweckmäßigen und unzweckmäßigen Bewegungs-Erscheinungen, bei denen die Muskeln gewissermaßen eine nur leitende, die Nerven dagegen die eigentlich thätige Rolle spielen. Es geschehen nämlich sehr häufig Bewegungen ohne oder selbst gegen unsern Willen, oft sogar auch ohne unser Bewußtsein, die bisweilen allerdings ganz zwecklos sind, wie bei Krämpfen, in vielen Fällen aber mit Bewußtsein und Willen, zu einem bestimmten Zwecke erregt zu sein scheinen. Solche unwillkürliche Bewegungen pflegt man entweder Reflex- oder Mitbewegungen zu nennen.

Die Reflexbewegungen glaubt man dadurch erklären zu können, daß man die Reizung eines Empfindungsnerven an irgend einer Stelle seines

*) Alle Muskeln, die unwillkürlichen, wie auch die willkürlichen, können durch abnorme Erregung der betreffenden Bewegungsnerven zu Zusammenziehungen gezwungen werden, welche ganz unzweckmäßige und widernatürliche, natürlich unwillkürliche Bewegungen veranlassen, wie dies bei den Krämpfen der Fall ist. — Lähmung des Muskels nennt man dagegen den Zustand, in welchem die Möglichkeit zur Zusammenziehung des Muskelgewebes verloren gegangen ist und wodurch nun die Bewegungen, denen der gelähmte Muskel vorstand, unmöglich geworden sind. — In den allermeisten Fällen liegt die Ursache ebenso der Krämpfe, wie der Muskellähmungen, im Gehirn oder Rückenmarke, selten im Muskelgewebe selbst.

Verlaufes im Mittelpunkte des Nervensystems (im Gehirne, Rückenmarke), mittelbar oder unmittelbar auf einen benachbarten Bewegungsnerven übertragen läßt, wodurch dieser seinen Muskel (in dem er sich endigt) zur Bewegung veranlaßt. Als Reflexbewegungen sind z. B. anzusehen: das scheinbar

Tafel III.

a) Schädelmuskeln. b) Gesichtsmuskeln. c) Halsmuskeln. d) Nackenmuskeln. e) Brustmuskeln. f) Rückenmuskeln. g) Bauchmuskeln. h) Beckenmuskeln. i) Schulterblattmuskeln. k) Deltamuskeln. l) Oberarmmuskeln. m) Vorderarmmuskeln. n) Handmuskeln. o) Oberschenkelmuskeln. p) Unterschenkelmuskeln. q) Wadenmuskeln. r) Achillessehne. s) Fußmuskeln.

zweckmäßige, auf Reizungen und sonst gewöhnlich bei bewußter Empfindung eintretende Treiben Bewußtloser, Chloroformirter, Berauschter, Schlafender und kleiner Kinder; Zittern und Krämpfe beim Sehen von Blut; Brechen beim Wahrnehmen oder schon beim Vorstellen ekelhafter Gegenstände; Husten

bei Reizung der Athmungsorgane, Niesen beim Sehen in die Sonne; das Mienenspiel bei Gemüthseindrücken, Weinen vor Freude, Schmerz oder Zorn, das Lachen beim Kitzeln u. s. w. — *Mitbewegungen* dagegen sind unwillkürlich auftretende Bewegungen, die erst durch andere, nicht selten mit unserm Willen erzeugte Bewegungen veranlaßt werden, und deren Entstehen man sich so denkt, daß ein gereizter Bewegungsnerv im Nervenmittelpunkte einen andern, gewöhnlich benachbarten Bewegungsnerven zur Thätigkeit anregt. Hierher gehören die ungeschickten und falschen Bewegungen der verschiedensten Theile bei Anfängern im Turnen, Tanzen, Schwimmen, Fechten, Kegeln, Instrumentspielen ꝛc.; die oft komischen Bewegungen und Angewohnheiten aus Verlegenheit beim öffentlichen Sprechen; das beschleunigte Herzklopfen, die vermehrte Darmzusammenziehung u. s. w. bei willkürlichen Bewegungen des Körpers. — Durch *Gewöhnung* (Uebung, Erziehung, Accommodation) der Muskeln und ihrer Nerven zu bestimmten Bewegungen, d. h. durch öftere Wiederholung und allmähliche Steigerung der Thätigkeit bestimmter Muskeln, können Menschen eine bewunderungswürdige Bewegungsgeschicklichkeit und Kraft bekommen, wie die Clavierspieler, Tänzer, Gymnastiker und dergleichen Künstler beweisen. Die vorzugsweise geübten Muskeln gewinnen dabei stets an Umfang und Consistenz, zumal wenn das Thätigsein derselben mit der gehörigen Ruhe abwechselt. Denn ein Muskel, der mit wechselnder Zusammenziehung und Ruhe (Ausdehnung) arbeitet, kann nicht nur viel längere Zeit thätig sein, ohne zu ermüden, als ein anderer, der fortwährend oder doch sehr lange in Zusammenziehung verharrt, sondern es wird in demselben auch der Stoffwechsel (die Ernährung) besser vor sich gehen. Gehen ermüdet deshalb weniger als Stehen; an die schwerste Arbeit gewöhnte kräftige Männer werden einen leichten Gegenstand mit ausgestrecktem Arme kaum einige Minuten ruhig halten oder ein kleines Kind lange tragen können; Soldaten werden durch eine zweistündige Parade mehr ermüdet, als durch einen vierstündigen Marsch; zu lange und zu stark angestrengte Muskeln können recht leicht gelähmt werden.

*Die Vortheile der Muskelthätigkeit für den Körper sind von äußerster Wichtigkeit*, denn ganz abgesehen davon, daß fast alle Lebensthätigkeiten und Bewegungen mit Hülfe von Muskeln vor sich gehen, so tragen diese auch vorzugsweise zur Erzeugung von Kraft und Geschicklichkeit, zur Ausbildung eines *kräftigen Willens*, zur richtigen Entwickelung des Knochengerüstes, sowie zur Unterstützung der Blutbildung, Blutreinigung und des Blutlaufs, des Athmungs- und Verdauungsprocesses bei.

Von eigenen Krankheiten wird das Muskelgewebe trotz seiner vielen Blutgefäße und Nerven nicht oft heimgesucht, wohl aber verliert es bei Blutarmuth und überhaupt bei falscher Beschaffenheit (besonders Sauerstoffarmuth) des Blutes sehr leicht an Zusammenziehungsfähigkeit. Durch öfters wiederholte und allmählich sich steigernde Thätigkeit der Muskeln bei guter eiweißreicher Kost können dieselben an Umfang und Kraft bedeutend zunehmen, während Unthätigkeit und zu starke Fettbildung dieselben mager und schlaff machen.

Die **einzelnen willkürlichen Muskeln**, von welchen die *Muskellehre* (Myologie) handelt, sind zum allergrößten Theile, dem Ebenmaß der Körperhälften folgend, paarig vorhanden und die wenigen unpaarigen, welche in der Mittellinie des Körpers ihre Lage haben, sind

aus zwei gleichen Hälften zusammengesetzt. Die Anordnung der Muskeln hinsichtlich ihrer Lagerung ist übrigens so getroffen, daß sie an der vorderen und hinteren Körperfläche in zwei-, in drei- und noch mehrfachen Schichten über einander liegen, durch sehnige Muskelbinden ebensowohl von einander getrennt, wie mit einander vereinigt sind, daß sie rings die Gelenke mit ihren Sehnen umgeben und schließlich sämmtlich nach der Oberfläche des Körpers hin von einer allgemeinen Sehnenhaut überkleidet werden. (Siehe topographische Anatomie und Taf. III. und IV., Fig. 49 auf S. 146, 150 u. 151.)

A. Die am **Kopfe** liegenden Muskeln scheidet man in die des Schädels und des Gesichts. Die Schädelmuskeln dienen theils zur Bewegung der Kopfhaut (wie die Stirn- und Hinterhauptsmuskeln), theils gehören sie dem äußern Ohre und einer derselben (der Schläfenmuskel) dem Unterkiefer an. Die Gesichtsmuskeln, welche mehr oder weniger in Polstern von Fett eingehüllt liegen, dienen besonders zum Schließen und Oeffnen der Sinneshöhlen, und zerfallen deshalb in Augen-, Ohren-, Nasen-, Backen-, Mund- und Kaumuskeln. Innerhalb der Augen- und Mundhöhle trifft man dann noch in ersterer auf Muskeln des Augapfels, in letzterer auf die des Gaumens. Die Kaumuskeln können den Unterkiefer herauf und herunter, nach rechts und links bewegen, sowie kreisen.

Die Gesichtsmuskeln stehen durch den Gesichtsnerven (s. bei Hirnnerven), welcher alle Bewegungen dieser Muskel regiert, mit dem Gehirne in nahem Zusammenhange und deshalb können auch ebensowohl stärkere Eindrücke, wie Krankheiten dieses Organs, großen Einfluß auf die Gesichtsmuskeln äußern. So kommt bei etwas stärkerer Gehirnthätigkeit als Reflexbewegung ganz unwillkürlich das Mienenspiel durch diese Muskeln zu Stande, und kehrt dieses in derselben Weise öfters wieder, dann bleibt ein eigenthümlicher Ausdruck oder vorwaltender Grundzug im Gesicht, den man Miene nennt. Jede Gemüthsbewegung hat ihren eigenthümlichen Dialect im Gesichte, dem Spiegel des Geistes. Neugeborne Kinder und leidenschafts- oder geistlose Menschen haben keine markirten Züge; Wilde sehen einander ähnlich, wie die Schafe einer Herde; öftere und andauernde Schmerzen erzeugen einen leidenden Zug im Gesichte, und wer inwendig ein Schurke ist, trägt oft auch äußerlich eine Galgenphysiognomie u. s. f. Das Mienenspiel wird bei aufgeregten Seelenzuständen lebhaft und ausdrucksvoll und läßt recht gut den Zustand des Innern erkennen. Deshalb beruht auch die Physiognomik jedenfalls auf wissenschaftlicheren Grundlagen, als die Spielerei der Phrenologie. Die Gesetze, nach welchen die mimischen Bewegungen der Thiere und Menschen erfolgen, hat Darwin in seinem interessanten Buche: „Der Ausdruck der Gemüthsbewegungen bei den Menschen und den Thieren“ festzustellen versucht und darin zuerst den wichtigen Nachweis geführt, daß auch bei allen mimischen Vorgängen das Gesetz der Vererbung (s. S. 24) eine hervorragende und entscheidende Rolle spielt.

B. Die **Rumpfmuskeln** zerfallen in die des Halses und Nackens, der Brust und des Rückens, des Bauches und Beckens. — Am Halse und Nacken finden sich zuvörderst Muskeln, welche den ganzen Kopf und Hals bewegen, nämlich vorwärts und seitwärts beugen, strecken,

drehen und kreisen. An der vorderen Fläche des Halses, an welcher vor den Halswirbeln zunächst unter der Haut und dem breiten Halsmuskel das Zungenbein mit der Zunge, der Kehlkopf und die Luftröhre mit der Schilddrüse, und hinter diesen Organen der Schlundkopf und die Speiseröhre angetroffen werden, liegen Muskeln, welche die genannten Theile verschiedentlich bewegen können und seitlich von den deutlich vorspringenden Kopfnickern eingegrenzt werden. Einige der vorderen seitlichen Halsmuskeln ziehen beim tiefen Einathmen das Brustbein und die obersten Rippen aufwärts; einige andere bewirken das Herabziehen des Unterkiefers (das Oeffnen des Mundes). Von den Nackenmuskeln dienen mehrere zum Bewegen (Rück- und Aufwärtsziehen) der Schulter. — Die Brustmuskeln bedecken den vordern und seitlichen Umfang des Brustkastens und lassen nur die Mitte des Brustbeins frei; sie liegen theils schichtenweise über einander, theils füllen sie die Räume zwischen den Rippen aus (Zwischenrippenmuskeln). Diese Muskeln bewegen theils den Brustkasten selbst (besonders beim Einathmen), theils dienen sie zum Bewegen (Herab- und Anziehen) der Schulter und des Armes. Der Grenzmuskel zwischen Brust- und Bauchhöhle ist das Zwerchfell (Diaphragma), welches die wichtigste Rolle beim Athmen spielt und zugleich zur Verengerung (Entleerung) der Bauchhöhle beiträgt. — Die Rückenmuskeln liegen in 5 Schichten über einander und dienen theils zum Aufrechterhalten, Strecken und Seitwärtsbeugen der Wirbelsäule (also des ganzen Rumpfes), theils zum Ein- und Ausathmen, sowie zum Bewegen der Schulter und des Oberarmes. — Die Bauchmuskeln bilden den vordern und den seitlichen Theil der Bauchwand und ziehen sich vom untern Theile des Brustkastens zum Becken herab, hinterwärts aber bis zu den Lendenwirbeln. Dieser Muskelapparat bildet eine theils fleischige, theils sehnige Decke, welche zum Schutze und zur Unterstützung der Unterleibsorgane dient, auf die er durch seine Zusammenziehung (Bauchpresse, wodurch die Bauchhöhle verengert wird) drückt und so theils ihrer Function förderlich ist, theils dieselben bei heftigen Körperbewegungen oder wo der Körper in einer anstrengenden Stellung eine bedeutende Kraft ausüben oder Widerstand leisten soll, in ihrer Lage sichert. Außer zum Umhüllen, Stützen, Bewegen und Drücken der Baucheingeweide, dienen die Bauchmuskeln auch noch zum Ausathmen, sowie zum Vor- und Seitwärtsbeugen des Oberkörpers. — Die am Becken lagernden Muskeln äußern zum größten Theile ihre Wirkung auf die Beine, besonders die am hintern Theile des Beckens befindlichen und das Sitzfleisch (die Hinterbacken) bildenden Strecker und Roller des Oberschenkels.

Die Halsmuskeln werden bei Personen mit beschwerlichem Athmen (Asthma) gewöhnlich stärker, weil sie beim Einathmen mehr als gewöhnlich mithelfen müssen, und deshalb erscheint der Hals solcher Patienten auch dicker.

## Tafel IV.

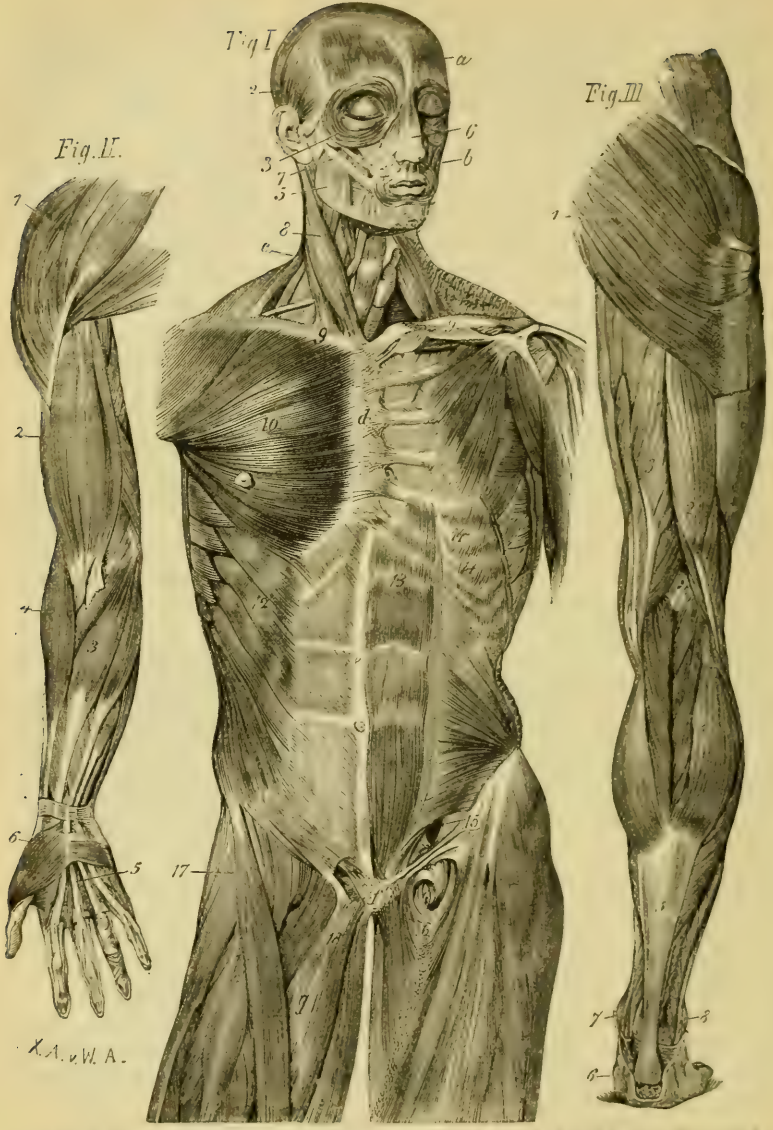
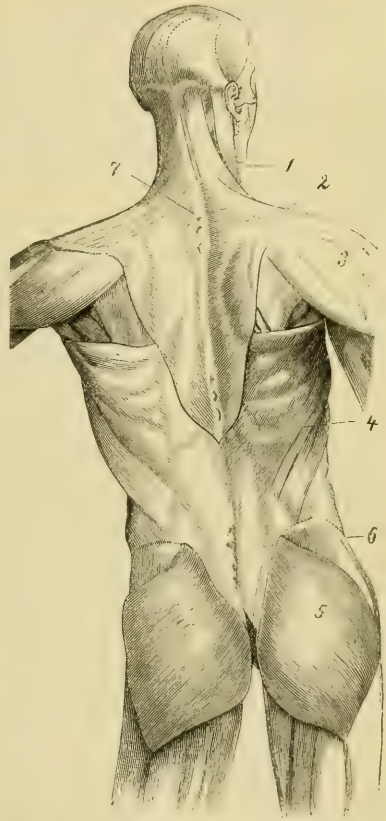



Fig. I. Die Muskeln an der vorderen Fläche des Kopfes und Rumpfes. a) Schädel. b) Gesicht. c) Hals. d) Oberleib oder Brust. e) Unterleib oder Bauch. f) Becken. 2. Oberschenkel. — 1. Stirnmuskel. 2. Schläfenmuskel. 3. Ring- oder Schließmuskel des Auges. 4. Ring- oder Schließmuskel des Mundes. 5. Kaumuskel. 6. Nasenmuskeln. 7. Jochmuskeln.

Einer dieser Muskeln, der Kopfnicker, ist gar nicht selten gleich von Geburt an etwas zu kurz und so kommt dann der sogenannte schiefe Hals zu Stande, welchen man mittels Durchschneidung des verkürzten Muskels kurirt. — Die Bauchmuskelwand hat an drei Stellen kleine Oeffnungen, welche sich aber erweitern und dann Parthien von Baucheingeweiden (besonders vom Dünndarm und Netz) hindurchlassen können. Dieses Heraustreten von Baucheingeweiden wird Bauchbruch genannt und findet vorzugsweise gern in der Leisten-, Schenkel- und Nabelgegend, wo sich jene Oeffnungen (s. Taf. IV. S. 150) befinden, statt, wonach dann die Brüche noch näher als Leisten-, Schenkel- und Nabelbrüche bezeichnet werden.

C. Die **Muskeln der oberen Gliedmaßen** theilt man hinsichtlich ihrer Lage in die der Schulter, des Oberarms, des Vorderarms und der Hand. Die Schultermuskeln erstrecken sich vom Schulterblatte oder Schlüsselbeine zum Oberarme und dienen theils zum Heben, theils zum Ein- und Auswärtsrollen desselben. Der das Schulterblatt bedeckende starke Muskel heißt der Deltamuskel; er zeigt sich bei Verrenkungen des Oberarms abgeflacht oder vertieft. Die von Muskeln begrenzte Höhle unter der Schulter nennt man die Achselgrube, und diese birgt die großen Gefäß- und Nervenstämme für den Arm. — Die Oberarmmuskeln sind entweder Beuger oder Strecker des Vorderarms; erstere liegen an der inneren (vorderen) Fläche des Oberarms und schwellen (besonders der dicht unter der Haut liegende zweiköpfige Armmuskel) beim kräftigen Beugen des Ellenbogengelenkes deutlich an; letztere haben

Fig. 49.




Muskeln am Rücken. 1. Kopfnicker. 2. Mönchskappenmuskel. 3. Deltamuskel. 4. Großer Rückenmuskel. 5. Großer Gesäßmuskel. 6. Hüftkamm. 7. Dornfortsätze der Wirbel.

8. Kopfnicker. 9. Schlüsselbein. 10. Großer Brustmuskel. 11. Kleiner Brustmuskel. 12. Schiefer Bauchmuskel. 13. Gerader Bauchmuskel. 14. Zwischenrippenmuskeln. 15. Leistenring. 16. Schenkelkanal. 17. Schneidermuskel. 18. Schenkelanzieher.

Fig. II. Armmuskeln an der vorderen inneren Fläche. 1. Deltamuskel. 2. Zweiköpfiger Armmuskel, ein Vorderarmbeuger. 3. Hand- und Fingerbeuger. 4. Handdreher. 5. Sehnen der Fingerbeuger. 6. Muskeln des Daumenballens.

Fig. III. Beinmuskeln an der hinteren Fläche. 1. Großer Gesäßmuskel. 2. u. 3. Unterschenkelbeuger. 4. Wadenmuskel. 5. Achillessehne. 6. Ferse. 7. Innerer und äußerer Knöchel.

ihre Lage an der äußeren (hinteren) Fläche des Oberarms und heften sich an den Ellenbogen. — Die Vorderarmmuskeln bewegen entweder die Speiche als Ein- oder Auswärtsdreher, oder die Hand und Finger als Beuger, Strecker, An- und Abzieher. An der inneren (vordern) Fläche des Vorderarms lagern die Einwärtsdreher, Strecker und Abzieher. Die große Mehrzahl dieser Muskeln gehen in lange dünne Sehnen über, welche am Handgelenke durch ringförmige, mit Schleimscheiden ausgekleidete Kanäle hindurch zu den Fingern treten. — An der Hand finden sich Muskeln zur Bewegung der Finger, und zwar liegen die meisten in der Hohlhand, vorzugsweise am 1. und 5. Mittelhandknochen, hier den fleischigen Ballen des Daumens und kleinen Fingers bildend.

D. Die **Muskeln der unteren Gliedmaßen** werden in die des Oberschenkels, Unterschenkels und Fußes getheilt. — Die Oberschenkelmuskeln dienen theils zum An- und Abziehen des Schenkels, theils zum Beugen und Strecken im Kniegelenke. An der vorderen Fläche des Oberschenkels befinden sich die Strecker des Unterschenkels und diese heften sich an die Kniescheibe an; ihre Antagonisten, die Beuger des Unterschenkels, liegen an der hinteren Fläche und begrenzen mit ihren Sehnen seitlich die von großen Gefäßen und starken Nerven durchsetzte Kniekehle. Das Fleisch an der inneren Fläche des Oberschenkels wird von den Anziehemuskeln des Schenkels gebildet. — Am Unterschenkel trifft man auf Beuger und Strecker des Fußes und der Zehen. Die Strecker des Fußes, welche beim Gehen und Tanzen hauptsächlich in Thätigkeit gesetzt werden, haben ihre Lage an der hinteren Fläche des Unterschenkels und bilden die Wade (Wadenmuskeln), welche nach unten in eine starke, durch die Haut hervortretende Flechse, die Achillessehne (benannt nach dem griechischen Helden Achilles, der an den Folgen eines Pfeilschusses in die Ferse starb), ausläuft und sich an die Ferse befestigt. Die übrigen Unterschenkelmuskeln treten mit langen Sehnen entweder um die Knöchel herum oder vor dem Fußgelenk hinweg zum Fuße und zu den Zehen herab. — Am Fuße liegen einige kleine und dünne Streckmuskeln der Zehen auf dem Rücken des Fußes, während in der Fußsohle, von einer dicken und festen Sehnenhaut bedeckt und geschützt, die Beuger, An- und Abzieher der Zehen zu finden sind.

Das **Aufrechtstehen**, die aufrechte Ruhelage des Körpers, bei welcher der Oberkörper auf den als feste steife Stutzen wirkenden Beinen im Gleichgewichte getragen wird, kann nur durch das Steifmachen der Gelenke des Beines (des Fuß-, Knie- und Hüftgelenkes) zu Stande kommen. Diese Steifung kann aber auf zweierlei Weise geschehen; nämlich theils activ durch Muskelkraft, theils mechanisch ohne Mithülfe von Muskelkraft. Das ungezwungene Stehen ist durch die mechanischen Einrichtungen des Knochengerüstes fast allein schon möglich gemacht. Erforderlich ist hierbei nur, daß die Schwerlinie, d. h. diejenige Linie, die man sich von dem ungefähr in der Mitte des zweiten Kreuzbeinwirbels gelegenen Schwerpunkt des gesammten Körpers zur Bodenfläche gezogen denkt, in den auf dem Boden von den Füßen umschlossenen Raum fällt. Hierbei wirkt hauptsächlich die Schwere der über den durch gespannte Bänder fixirten Gelenken befindlichen Körpertheile, wobei der Rumpf mit den Oberschenkeln ein in sich festes System bildet, das auf den Unterschenkeln, auf den Kniegelenken balancirt. Um aber das Gleichgewicht

in den Gelenken zu erhalten und der Stellung eine größere Festigkeit zu verleihen, werden auch noch äußere Muskelkräfte (die großen Gesäß- und Wademmuskeln) zur Feststellung der Gelenke benutzt. Doch ist die Wirkung dieser Muskeln nicht zu überschätzen und die Kraft, welche dabei verwendet wird, eine nur geringe. Sie haben nur die Aufgabe, bei etwa eingetretenen Störungen der, an sich durch das Skelet mit seinen Bändern schon gegebenen Gleichgewichtslage der einzelnen Körperabschnitte zu einander, die Balance wieder herzustellen. Daß aber Muskelwirkung beim Aufrechtstehen stattfindet, ist dadurch bewiesen, daß nur der belebte Körper mit ungelähmten Muskeln aufrecht gestellt werden kann und daß nach längerm Stehen durch den Aufwand von Muskelkraft Ermüdung eintritt. — Beim bequemen natürlichen (unsymmetrischen) Stehen, welches jeder Mensch als das bequemste ganz instinktmäßig wählt, stützen wir uns nun aber (nach Vierordt) nicht gleichmäßig auf beide Beine (wie beim symmetrischen Stehen der Soldaten in Paradestellung), sondern die Körperlast wird nur von einem Beine getragen, während das andere, ganz leicht auf den Boden gesetzt, die Aufgabe hat, durch geringe Streckungen im Kniegelenke das Gleichgewicht, das niemals absolut festgehalten wird, beständig wieder herzustellen. Der Körper hat nämlich beim Stehen eine solche Stellung, daß er, wenn das Gleichgewicht verloren geht, in der Richtung gegen das vorgesetzte Bein überfällt. Dieses bringt dann, mittels ganz geringer Streckung im Kniegelenk, und zwar schon im ersten Augenblick des Ueberfallens, den überfallenden Körper sogleich in die Gleichgewichtslage wieder zurück. Die wichtigsten Benachrichtigungsmittel für das anfangende Ueberfallen sind: die Muskelgefühle, welche so überaus fein sind, daß schon sehr kleine Körperschwankungen dadurch wahrgenommen werden; der Tastsinn der Fußsohle, durch den wir merken, daß der Druck, den die Sohlenhaut des stützenden Beines zu tragen hat, abnimmt, sobald wir nach vorn überzufallen beginnen, während der Druck auf der Sohle des vorgesetzten Beines sich steigert; der Gesichtssinn, durch welchen wir die Schwankung unseres Körpers wahrnehmen.

Das **Gehen** beruht auf einer abwechselnden Uebertragung der Körperschwere von einem Beine auf das andere, während zugleich die Beine den Ort wechseln und sich vorwärtsbewegen. Beim gewöhnlichen Gehen auf ebenem Boden verhält sich der größte Theil unseres Körpers passiv, als Last, die transportirende Thätigkeit geht nur von den Beinen aus. Diese haben aber hierbei die zweifache Aufgabe: den Rumpf unausgesetzt zu stützen und ihn zugleich auch fortzuschieben. In dieser Aufgabe wechseln sie beide ab. Das eine (active) Bein ist auf den Boden angestemmt, unterstützt die Körperlast und schiebt sie vorwärts, wozu Muskelarbeit nöthig ist; das andere (passive) Bein hängt unterdessen passiv am Rumpfe, wobei seine Muskeln ausruhen; es schwingt wie ein Pendel nach vorwärts, um am Ende seiner Schwingung auf den Boden gesetzt zu werden und nun vom andern Beine die Rolle des Stützens und Fortschiebens zu übernehmen. Das schiebende Bein erfährt zuerst, in Folge der Beugung im Kniegelenke, eine zunehmende Verkürzung und sodann wieder eine zunehmende Verlängerung mittels der Streckung im Knie- und dann im Fußgelenke*), wobei sich die Fußsohle, die den Fußboden anfangs vollkommen berührte, von hinten nach vorn, wie ein Wagenrad, vom Boden abwickelt, so daß schließlich der Fuß auf dem Ballen steht. Jetzt kann das Bein sich nicht weiter strecken und verlängern, es übergiebt nun die active Rolle dem andern Beine, welches mittlerweile nach vorn geschwungen ist und nun zuerst den Körper stützt und dann fortschiebt. Die pendelartige Schwingung des Beines ist dadurch bedeutend erleichtert und kann ohne alle Muskelwirkung geschehen, weil das Bein in der Gelenkhöhle durch den Luftdruck gehalten wird, und zwar durch einen Druck von 10—12 Kilogramm, welcher etwa dem Gewichte des Beines selbst entspricht; dadurch wird aber das Gewicht des Beines geradezu aufgehoben und es haben die über das Hüftgelenk gespannten Muskeln die Schwere des Beines gar nicht zu tragen. Auf dem Montblanc, bei viel niedererem Barometerstande, würde dieser Druck blos noch 6 Kilogramm ausmachen, und deshalb stellt sich auf bedeutenderen Höhen weit leichter Ermüdung beim Gehen ein (s. S. 134). Beim allerschnellsten Gehen schwingt das eine Bein, während das andere stützt und schiebt, so daß der Zeitraum, wo beide Beine auf dem Boden stehen, gleich Null ist. Bei allen anderen Geschwindigkeiten kommt dagegen ein Moment vor, wo beide Beine auf dem Boden stehen, denn während z. B. das linke noch stützt, wird das rechte schon aufgesetzt, stützt aber noch nicht, sondern erst dann, wenn das linke sich vom Boden abhebt. — Beim Gehen bemerken wir sodann noch: eine Vorwärtsbewegung des Rumpfes, der nur durch einfaches Balancement auf dem stützenden Beine gehalten wird; ein Schwingen der Arme, wodurch zu starke Horizontalbewegungen des Rumpfes vermieden werden. Denn während das eine Bein schwingt, schwingt der Arm der anderen Seite nach vorwärts, der Arm derselben Seite aber nach rückwärts. Das schwingende Bein ertheilt nämlich der Schulter derselben Seite eine Drehbewegung nach vorwärts und diese wird durch das Rückschwingen des Armes derselben Seite vermindert. — Die allerkürzeste Schrittdauer beträgt $\frac{1}{3}$ Sec. (die Hälfte der Schwingungszeit des Beines) und auf eine Minute kommen 180 Schritte beim allerschnellsten Gehen; die größte Schrittlänge beträgt für mittlere Menschen etwa $2\frac{1}{2}$ Fuß; das gewöhnliche bequeme Gehen hat etwa 3 Fuß, das rüstige Gehen 5 Fuß Secundengeschwindigkeit. — Das Gehen beim Steigen verlangt weit mehr Muskelkraft und ist desbalb weit ermüdender als das Gehen auf ebenem Boden. Denn nicht blos muß das stützende Bein den Körper stark

*) Manche sinken beim Gehen stärker in die Kniee und heben sich dann natürlich auch wieder bedeutender, wodurch ein deutliches Auf- und Abwärtsschwanken zu Stande kommt, während bei Anderen diese Schwankungen kaum merklich und mehr schwebend sind. Diese Ruhe in der Bewegung ist schön und für das Auge wohlthuend. Ueberhaupt ist beim Gebrauche unserer Muskeln (beim Gehen, Tanzen, Laufen ꝛc.) immer dasjenige Gebahren das schönste, was von der verhältnißmäßig geringsten Muskelanstrengung begleitet wird (Vierordt). Beim Paradeschritt, wo das passive Bein nicht seiner Eigenschwingung überlassen, sondern willkürlich durch Muskeln vorwärts gesetzt wird und dann wieder zurückschwingen muß, um den Rumpf zu stützen, wird nicht nur Muskelkraft verschwendet, sondern auch gegen die Regeln des schönen Ganges gesündigt.

heben, sondern es muß auch das andere Bein durch Muskelkraft auf die nächste höhere Stelle (Stufe) gebracht werden. — Beim Laufen tritt bei jeder Schrittperiode ein Moment ein, in welchem keiner der beiden Füße den Boden berührt, also beide Beine in der Luft schweben. Da hierbei keine schiebende Bewegung stattfinden kann, so muß mittels der Kraft gewisser Streckmuskeln dem Rumpfe eine genügende Schwungkraft mitgetheilt werden, was dadurch geschieht, daß das active Bein im Beginn sehr stark gebeugt ist und die Streckung mit großer, schnellender Geschwindigkeit erfolgt. Beim Sprunglauf wird der Körper durch stärkere Wurfbewegungen höher vom Boden in die Luft geschleudert und die Schritte sind länger. Im stärksten Eillauf kann ein kräftiger Mann es bis zu einer Secundengeschwindigkeit von 18 bis 20 Fuß bringen.

Das **Kriechen** kommt dadurch zu Stande, daß beim Liegen auf der Vorderfläche des Rumpfes die Arme sich strecken, sich aufstützen und nun durch Beugung den Körper nachziehen, während zugleich die Beine durch Schieben nachhelfen.

Das **Klettern** geschieht in ähnlicher Weise wie das Kriechen, indem sich die vorwärtsgestreckten Arme mit ihren Händen anhalten und dann durch allmähliches Beugen den ganzen Körper nachziehen. Zugleich krümmt sich der Rumpf, um die gebogenen Beine möglichst nahe unter den Armen an den zu erkletternden Gegenstand anlegen zu können und dann durch Streckung den Rumpf und die Arme weiter zu schieben.

**Schwimmen.** Das specifische Gewicht des menschlichen Körpers ist nicht viel schwerer, ja im Moment des tiefen Einathmens sogar etwas leichter als das Wasser, so daß der Schwimmende sich durch das Einathmen allein oben erhalten kann und nur beim Ausathmen stützender Hand- und Fußbewegungen bedarf. Will man sich sodann in der obersten Wasserschicht fortbewegen, was ebenso in der Bauch- wie Rückenlage geschehen kann, so geschieht dies mit Hülfe von methodischen Beug- und Streckbewegungen der Arme und Beine, vermittelst deren ein Stoß oder Druck in der Weise gegen das Wasser ausgeübt wird, daß der Körper durch denselben gleichzeitig gehoben und vorwärts bewegt wird. Von Wichtigkeit ist dabei, daß Arme und Beine sich in ihrer Thätigkeit gegenseitig unterstützen und in gleichmäßigem Rhythmus in ihren Bewegungen ablösen.

Beim **Sitzen** ruht der Rumpf auf den beiden gewölbten Sitzknorren oder Sitzbeinhöckern des Beckens (s. S. 127 Taf. II., Fig. III. f.), so daß der Oberkörper auf ihnen wie ein Schaukelpferd auf seinen Kufen sich vor- und rückwärts rollen kann. Man unterscheidet eine vordere und eine hintere Sitzlage. Fällt die Schwerlinie des Rumpfes vor die Sitzknorren, d. i. die vordere Sitzlage, so neigt sich der Rumpf etwas vor, um so mehr, je niedriger der Sitz ist und ruht nicht blos auf den Sitzknorren, sondern auch noch auf den Schenkeln oder den aufgestemmten Füßen. Die aufrechte Stellung des Rumpfes muß durch Muskelaction erhalten werden und ist deshalb ermüdend; bei übermüdeten Personen fällt bei dieser Sitzlage der Kopf schließlich auf die Knie und daher das Nicken der im Sitzen Schlafenden. Bei muskelrüchwachen Kindern wird durch die vordere Sitzlage die Wirbelsäule concav nach vorne gebeugt, und da die Streckmuskeln des Rumpfes zu schwach sind, diese Beugung durch Geradesitzen zu verhüten, so suchen sie dem Rumpfe eine stützende Unterlage durch Auflegen der Ellenbogen auf einen Tisch u. s. w. zu geben. Wird hierbei nur ein, gewöhnlich der rechte Ellenbogen aufgestützt, dessen Schulter dann bedeutend höher steht, während der andere Ellenbogen herabsinkt und mit ihm die dazugehörige Schulter, dann muß durch eine solche einseitige schiefe Stellung bei jugendlich bildsamem Knochengerüste, eine seitliche Verkrümmung der Wirbelsäule, meistens mit convexer Krümmung nach der rechten Seite entstehen. — Die hintere Sitzlage, bei welcher die Schwerlinie des Rumpfes hinter die Sitzknorren fällt, ist die natürlichere und benutzt das Steißbein zur Unterstützung. Dabei bekommt der Rumpf eine sehr bedeutende Beugung nach hinten und es müssen die Lendenmuskeln die aufrechte Stellung der Wirbelsäule erhalten. Will man in dieser Sitzlage an einem Tische arbeiten, so muß sich der Rumpf stark nach vorne krümmen und überbiegen, so aber auf ähnliche Weise wie bei der vorderen Sitzlage Veranlassung zur Rückgratsverkrümmung geben. Bequemer wird die hintere Sitzlage durch Anlehnen des Rumpfes gegen eine am Sitze angebrachte Lehne, was entweder mit dem Rücken an eine Rückenlehne (hohe Stuhllehne) oder mit der concaven Kreuzlendengegend an eine Kreuzlehne (niedrige Stuhllehne) geschehen kann. Für Schulkinder ist die letztere unbedingt vorzuziehen, weil sie die ermüdeten Lendenmuskeln am meisten entlastet, dabei die größte Beweglichkeit des Rumpfes und ein zeitweiliges Aufstützen der Ellenbogen gestattet, um auch die Muskulatur der Wirbelsäule ausruhen zu lassen, wogegen die hohe gerade Lehne den am meisten stützbedürftigen Punkten des Rumpfes (unterer Theil der Brust- und Lendenwirbelsäule keine Unterstützung gewährt. Das Wechseln zwischen der vorderen und hinteren Sitzlage erleichtert das längere Sitzen.

# Organe der Ortsbewegung, Muskelsystem bei den Thieren.

Die niedersten Thiere (Protisten, Protozoen) besitzen als Organe der Ortsveränderung: „Scheinfüße oder Pseudopodien“ (s. S. 10), d. i. strahlige Fortsätze der Körpersubstanz (wie bei Moneren, Amöben) oder wenigstens der Weichtheile derselben (wie bei Wurzelfüßern; „Flimmerorgane“ d. i. feine Härchen oder Wimpern (s. S. 77, welche entweder den Körper selbst oder besondere Organe des Thieres bekleiden (wie bei Infusorien, Flimmerkugeln). Bei Gregarinen und Infusorien erscheinen zuerst „muskelähnliche“ Bänder oder Fasern. — Bei den niedersten Pflanzenthieren geben alle Bewegungserscheinungen vom Protoplasma aus. Es findet sich „Wimperbewegung“, als Wimperkleid und mit Wimpern besetzte Fortsätze (Tentakeln), Schwimm- oder Ruderplättchen. Bei höheren Pflanzenthieren (Schirm- und Kammquallen, Korallen) treten „Muskelbildungen“ auf. — Im Jugendzustande besitzen die Würmer als ausschließliches Bewegungsorgan ein „Wimperkleid“; auch im ausgewachsenen Zustande finden sich noch vielfach „Wimpern“.

Sodann besitzen die Würmer Gliedmaßen, die sog. „Fußstummeln, Parapodien", seitliche Fortsätze der Körperabschnitte. Die Muskulatur liegt unter der Körperbedeckung und bildet mit dieser den „Hautmuskelschlauch". — Bei den Sternthieren finden sich als Gliedmaßen „Saugfüßchen, Ambulacralfüßchen", eigenthümliche mit Seewasser anfüllbare Fortsätze, welche zum Gehen und Ansaugen benutzt werden. Die Muskulatur ist noch wie bei den Würmern eng mit der Körperbedeckung verbunden. — Die Gliederthiere besitzen als Gliedmaßen paarige „gegliederte" Gebilde von mannigfaltiger Form. Der Hautmuskelschlauch der Würmer hat sich in einzelne (quergestreifte) Muskeln getrennt, denen das äußere Skelet zum Ursprung und Ansatz dient. — Außer dem mit der Körperbedeckung verbundenen „Hautmuskelschlauch" der Mollusken finden sich noch bei den Armfüßern „einzelne selbstständige Muskeln" (zum Oeffnen und Schließen der Schale), bei den Muscheln sind vorzüglich „Schließmuskeln" entwickelt.

Das Muskelsystem der **Wirbelthiere** stellt zu einer frühen Zeit des Embryonalzustandes mit der Körperbedeckung einen „Hautmuskelschlauch" dar, welcher jenem gegliederter und wirbelloser Thiere ähnlich ist. Bei dem Amphioxus und den Rundmäulern ist der größte Theil der Muskeln noch ohne unmittelbare Verbindung mit dem Skelete und sie erscheinen daher als „Hautmuskeln". Auch bei den Fischen steht ein bedeutender Theil der Rumpfmuskeln nicht direct mit dem Skelet in Verbindung. Bei den Amphibien und Reptilien finden sich Hautmuskeln besonders am Kopf. Am Bauche der Schlangen bewirken Hautmuskeln die (für die Ortsbewegung wichtige) Bewegung der Schuppen. Die Vögel besitzen größere platte Hautmuskeln. Eine entwickeltere Hautmuskulatur kommt den Säugethieren zu, hauptsächlich ein großer unter der Haut liegender Muskel, welcher Rücken, Hals und Kopf bedeckt. Er bewirkt beim Igel das Zusammenkugeln. In geringerer Ausdehnung kommt er dem Orang und Schimpansen, sowie dem Menschen (als breiter Halsmuskel) zu. — Die Ausbildung der „Skeletmuskeln" steht mit jener des Skelets im innigsten Zusammenhang. — Der „Zwerchfellmuskel" fehlt den Fischen ganz und es ist fraglich, ob einige Muskelbündel bei den Amphibien als eine Andeutung desselben aufgefaßt werden dürfen. Die Vögel besitzen noch keine vollständige Scheidewand zwischen Brust- und Bauchhöhle, welche erst den Säugethieren zukommt. — Das „Muskelgewebe" der Thiere besteht theils aus glatten, theils aus quergestreiften Fasern, manchmal bilden auch die Muskelfasern netzförmige Vereinigungen (Anastomosen), wie das namentlich beim Herzen der höheren Wirbelthiere die Regel ist.

## III. Nervengewebe und Nervensystem.

### Gehirn, Rückenmark, Ganglien, Nerven.

Die verschiedenen Organe des menschlichen Körpers, von denen ein jedes einem andern Zwecke dient, als das andere, alle aber für das Bestehen unseres Organismus wirken, werden durch ein besonderes System, welches „Nervensystem" genannt wird, zu einem harmonisch zusammenhängenden und zusammenarbeitenden Ganzen vereinigt. Unter Vermittelung des Nervensystems vollziehen sich unsere geistigen (intellectuellen) Thätigkeiten, empfinden wir ebenso die Eindrücke der Außenwelt wie die innerhalb unseres Körpers erzeugten, ihm folgen entweder nach dem Gebote unseres Willens oder unwillkürlich alle Bewegungen. Von diesem System sind also alle unsere Empfindungen und Bewegungen, sowie die Sinnes- und Geistesthätigkeiten abhängig. Unter seinem Einflusse geschehen aber auch die ohne Betheiligung unseres Willens und Bewußtseins vor sich gehenden Processe, wie die des Stoffwechsels (der Ernährung, Absonderung, Saftbewegung u. s. f.). — Durch den Einfluß, welchen das Nervensystem auf die Oxydationsprocesse ausübt, wirkt es als sogenannte „auslösende Kraft", welche Spannkräfte in lebendige Kräfte umzuwandeln vermag (s. S. 92).

Wie jetzt alle civilisirten Länder von Telegraphendrähten durchzogen werden, so sind auf ähnliche Weise auch durch unsern ganzen Körper weiße Fäden ausgespannt, welche Nerven heißen. So wie nun die Telegraphendrähte für sich allein keinen Zweck haben, sondern nur erst dann, wenn sie auf den verschiedenen Haupt- und Nebenstationen mit einem Apparate im

innigen Zusammenhange stehen, der die Nachricht, welche die Drähte leiten, entweder empfängt oder aufgiebt, so verhält es sich gerade mit unseren Nerven. Diese sind nichts als Leiter und müssen durchaus, wie die Telegraphendrähte, an ihrem Anfange und ihrem Ende mit einem Apparate in Verbindung stehen, der entweder an die Fäden Etwas zum Ueberbringen nach irgendwohin aufgiebt oder Etwas von irgendwoher aufnimmt. Während aber ein und derselbe Telegraphendraht ebensowohl hin wie her von einer Station leitet, weil auf den verschiedenen Stationen ganz dieselben Apparate spielen, so ist dies bei den Nerven anders. Diese leiten immer nur nach einer und zwar nach der Richtung hin, an deren Ende sich derjenige Apparat (der Empfindung und Bewegung) befindet, welcher in Thätigkeit gesetzt werden soll. Uebrigens versteht es sich wohl von selbst, daß, wie die Telegraphendrähte nicht durchschnitten sein dürfen, wenn sie nach einer Station Nachricht überbringen sollen, so auch die Nervenfäden mit ihren Apparaten an den Nervenenden in ununterbrochenem Zusammenhange stehen müssen, wenn sie ihre Pflicht thun sollen.

Die eine Art von Nervenfäden leitet nur von außen nach innen (centripetal), d. h. von den verschiedenen Stellen unseres Körpers nach einem sogenannten Nervenmittelpunkte (Centrum) hin. Es finden sich nämlich in unserm Körper dreierlei Sammelplätze für die Nerven und jeder derselben ist ein Nervenmittelpunkt. Diese Mittelpunkte sind: das Gehirn, das Rückenmark und die Nervenknoten (Ganglien). — Andere Nervenfäden leiten dagegen umgekehrt von innen nach außen (centrifugal), d. h. von jenen Nervenmittelpunkten nach solchen Stellen unseres Körpers hin, wo Muskelfasern durch ihre Zusammenziehung Bewegung veranlassen können. Diese letzteren Fäden heißen deshalb auch Bewegungsnerven. Sie veranlassen nach unserer Willkür Bewegungen, wenn sie mit dem Gehirne in Verbindung stehen und in Folge dessen von unserm Willen angeregt werden können (willkürliche Bewegungen); dagegen rufen sie unwillkürliche Bewegungen hervor: entweder wenn sie gar nicht mit dem Gehirne, sondern nur mit dem Rückenmarke oder mit Nervenknoten im Zusammenhange stehen, oder wenn im Gehirne durch irgend welche Umstände unser Wille keinen Einfluß auf sie ausüben kann (z. B. bei Betäubung durch Schlag auf den Kopf, starkem Rausche, Chloroformirung). Im erstern Falle werden die unwillkürlichen Muskeln in Zusammenziehung versetzt, im letztern Falle treten unwillkürliche Bewegungen auch in solchen Muskeln auf, die sonst nur durch unsern Willen bewegt werden.

Die nach den Nervenmittelpunkten hinleitenden Nervenfäden hängen ebenfalls theils mit dem Gehirne, theils mit dem Rückenmarke und den Nervenknoten zusammen. Verbreiten sie sich mit ihren Enden im Gehirne, so können sie, aber auch nur wenn das Gehirn in richtiger Verfassung (bei Bewußtsein) ist, Empfindungen der mannigfachsten Art vermitteln. Deshalb heißen diese Fäden auch „Empfindungsnerven". Die Art der Empfindung richtet sich nach dem eigenthümlichen Baue des Apparates, in welchem die Empfindungsnerven ihre Anfänge haben. Wurzeln sie z. B. in Sinnesorganen, so bringen sie im Gehirne auch nur Sinneseindrücke zum Bewußtsein; der im Auge wurzelnde (Seh-) Nerv läßt im Gehirne nur das wahrnehmen, was wir mit unserm Auge aufnehmen können; der Gehörnerv bringt durch das Ohr Hörbares zum Gehirne u. s. f. — Die zuleitenden Nerven hingegen, welche nicht mit dem Gehirne, sondern nur mit dem Rückenmarke oder den Nervenknoten im Zusammenhange stehen, können natürlich auch keine Empfindung zum Bewußtsein bringen. Sie scheinen in ihren Nervenmittelpunkten Bewegungsnerven anzuregen, dadurch aber bestimmte und zum Leben unentbehrliche unwillkürliche Bewegungen (wie die Herzzusammenziehungen, Magen und Darmbewegungen, das Athmen u. a.) hervorzurufen. Man pflegt dieses Anregen

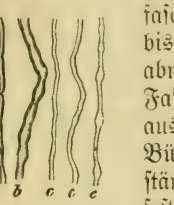
der Bewegungsnerven in den Nervenmittelpunkten durch zuleitende Nerven „Ueberstrahlung" oder „Reflex" zu nennen, und die dadurch erzeugten Bewegungen „Reflexbewegungen".

Es wird das Nervensystem aus einem besondern, von Röhren (Fasern) und Zellen zusammengesetzten Gewebe, der Neurine oder dem Nervengewebe gebildet. Dieses Gewebe ist unter dem Namen „Mittelpunkte oder Centra des Nervensystems" in der Schädelhöhle als Gehirn, in der Rückgratshöhle als Rückenmark, in größerer Masse angehäuft und liegt in Gestalt von größeren oder kleineren Knoten, unter dem Namen Nervenknoten oder Ganglien im Körper (besonders in der Brust- und Bauchhöhle) zerstreut umher. Im übrigen Körper bildet das Nervengewebe das sogenannte peripherische Nervensystem, welches mit den Nervencentren in innigem Zusammenhange steht und in Gestalt baumförmig oder netzartig verbreiteter Fäden (d. s. Nerven) die verschiedenen Organe in größerer oder geringerer Menge durchzieht. — Das ganze Nervensystem scheidet sich seiner Thätigkeit nach deutlich in zwei Abtheilungen. Die eine dieser Abtheilungen vermittelt die mit Bewußtsein und Willkür vor sich gehenden Erscheinungen, es ist dies das sogenannte animale oder Hirnnervensystem; die andere Abtheilung steht den unwillkürlichen und unbewußten, zur Erhaltung des Körpers dienenden Thätigkeiten vor und begreift das Rückenmarks- und Ganglien- oder vegetative Nervensystem in sich. Jedes dieser beiden Nervensysteme läßt sich der Wichtigkeit seiner Functionen nach wieder in zwei Abtheilungen trennen, das animale nämlich, dessen Mittelpunkt das Gehirn ist, in das sensoriell-psychische Nervensystem, von welchem die Sinnes- und Geistesthätigkeiten abhängen, und in das sensitivmotorische, welches Empfindung und willkürliche Bewegung veranlaßt. Das vegetative Nervensystem scheidet sich in das spinale oder Rückenmarksnervensystem, durch welches die complicirteren unwillkürlichen Vegetationsprocesse (wie das Athmen, die Herzthätigkeit, die Verdauung, die Harnausscheidung) und der Fortpflanzungsproceß zu Stande kommen, und in das sympathische, Ganglien- oder röhrenbewegende (vasomotorische) Nervensystem, welches die Gefäße und Eingeweide mit Nervenfasern versorgt. Alle diese Nervenabtheilungen, welche übrigens hinsichtlich ihres Baues nur äußerst wenig von einander abweichen, hängen durch Communicationsfäden und Zellen mit einander zusammen und können deshalb mehr oder weniger Einfluß auf einander ausüben.

Das **Nervengewebe**, welches das Gehirn und Rückenmark, die Nervenknoten und Nerven bildet, stellt eine zähweiche, entweder weiße oder grauröthliche Substanz (Neurine) dar. Die Elemente, welche in ihm mit Hülfe des Mikroskopes zu entdecken sind, haben theils einen faserigen, theils einen zelligen Bau und sind durch eine gleichartige

klebrige Bindesubstanz, den Nervenkitt (Neuroglia) unter einander vereinigt. In der weißen Nervensubstanz machen die Nervenfasern, in der grauen die Nervenzellen den Hauptbestandtheil aus. Die Nerven zeigen sich überall als Bündel zahlreicher Nervenfasern, welche ohne Unterbrechung von ihrem Ursprunge bis zu ihrem Ende laufen, an Dicke weder zu- noch abnehmen (nur gegen das Ende hin gehen die dickeren Fasern in feinere über) und durch ähnliche Scheiden aus Bindegewebe, wie die Muskelfasern, zu größeren Bündeln und schließlich zu runden oder platten Nervenstämmen vereinigt werden. Letztere sind von einer festen sehnigen Hülle (Perineurium) umgeben. — In den Nervenmittelpunkten (Gehirn, Rückenmark, Ganglien) sind die Nervenzellen, und zwar in der grauen Substanz dieser Centra angehäuft — Die Structurelemente des Nervensystems sind hiernach: Nervenfasern, welche der Nervenleitung dienen und vorzugsweise die Nerven zusammensetzen; Endorgane an den peripherischen Enden der Nervenfasern; Centraltheile aus Nerven- oder Ganglienzellen.

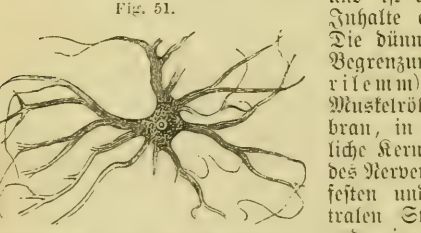
Fig. 50.




Nervenfasern, a. breite, b. mittelbreite, c. feine.

Die **Nervenfaser** (Nervenröhre, Primitivnervenfaser) stellt einen mikroskopisch feinen, weichen, runden, wasserhellen Faden von verschiedener Dicke dar, und ist eine von wahrscheinlich flüssigem Inhalte erfüllte Röhre (siehe Fig. 50). Die dünne, durchsichtige Scheide (Hülle, Begrenzungshaut) dieser Röhre (das Neurilemm) besteht wie das Sarcolemm der Muskelröhren aus einer elastischen Membran, in welche in Zwischenräumen längliche Kerne eingelagert sind. Im Inhalt des Nerven unterscheidet man einen ziemlich festen und elastischen, eiweißartigen centralen Strang, den „Axencylinder“ und eine diesen umgebende öligflüssige Masse, das „Nervenmark, die Markscheide“, welche ein Gemenge eiweißartiger und noch höher zusammengesetzter Körper (Lecithin, Cerebrin) ist. Der Axencylinder ist der wesentliche Theil der Nervenröhre; höchst wahrscheinlich besteht er aus einem Bündel äußerst feiner Fädchen, Axenfibrillen, Primitivfibrillen, welche in eine zartkörnige Substanz eingebettet sind. Die markhaltigen Fasern sind 0,022—0,001 Mm., die marklosen 0,003—0,006 Mm. breit. Eine gewisse Art von meist dünneren Nervenröhren entbehrt des Markes und besteht also nur aus Axencylinder und Neurilemm; man nennt sie blasse, marklose oder Remak'sche Fasern, sie werden in weit geringerer Menge als die markhaltigen im menschlichen Körper angetroffen; nur der Geruchssinn und ein großer Theil des Sympathicus mit seinen Ausbreitungen bestehen vorwiegend aus solchen marklosen Fasern.

Fig. 51.



Nervenzelle aus dem Rückenmark, stark vergrößert.

Die **Nervenzellen** (Ganglienzellen), welche den Hauptbestandtheil der grauen Nervensubstanz ausmachen und in verschiedener Weise mit den Nervenröhren im Zusammenhange stehen, sind größere und kleinere, dünnwandige, meist plattgedrückte Zellen mit einem feinkörnigen, fest-weichen, gewöhnlich

farblosen, zuweilen braun oder schwarz gefärbten Inhalte und einem bläschenartigen Kerne. Der letztere hat einen Durchmesser von 0,018—0,009 Mm. und schließt in der Regel ein 0,002—0,004 Mm. großes Kernkörperchen ein. Ihrer Form nach giebt es runde, ovale, birn- oder spindelförmige und eckige, sternförmige Nervenzellen. Ihre Größe schwankt zwischen 0,001 und 0,099 Mm. Sie senden eine verschiedene Anzahl von Fortsätzen, Protoplasmafortsätze, aus, und gehen entweder unmittelbar in Nervenfasern über, oder hängen durch Ausläufer unter sich zusammen. (S. Fig. 51.)

Die Nervenzellen werden allgemein als die centralen Endorgane der Nervenfasern betrachtet und man verlegt deshalb die eigentliche Nerventhätigkeit vorzugsweise in die graue Nervensubstanz, während die weiße, aus Nervenröhren zusammengesetzte, nur den Leitungsapparat, das Bindeglied zwischen der grauen Centralsubstanz und den peripherischen Organen abzugeben scheint. — Von den Zellen gehen die meisten Nervenröhrchen als marklose Fasern aus, die bald zu markhaltigen werden und in Verbindung mit anderen, die sich an sie anlegen (um Nerven zu bilden), für sich aber stets isolirt bleiben, und ohne sich auf ihrem Wege zu spalten oder mit anderen Fasern eine Verschmelzung einzugehen, bis zu ihrem Endbezirk laufen, wo sie häufig Spaltungen vornehmen. Außer den bis zu ihrem peripherischen Ende ununterbrochen verlaufenden Nervenröhren giebt es aber auch noch solche, welche die Nervenzellen unter einander in Verbindung bringen. — Sodann zeigen auch die marklosen Fasern in der grauen Nervenmasse Spaltung und Verschmelzung mit anderen, so daß sie hier die Zellen zu einem Netzwerke verstricken. — Die peripherische Endigung der Nervenröhren in den Organen ist nur zum Theil bekannt. So werden manche dieser Röhren zu marklosen Fasern und lösen sich in immer feinere und feinere Fasern auf, die mit ihren Nachbarn verschmelzen. Endigungen in Schlingen scheinen nicht zu bestehen, dagegen hat man eine kolbige, knopf- und stabförmige Verdickung des Axencylinders ohne weitere Ausstrahlung wahrgenommen. — Eine peripherische Zerspaltung in Primitivfibrillen kommt vorzugsweise bei den Sinnesnerven vor, wo sich auch besondere Endorgane an jeder Faser vorfinden.

Die **chemische Zusammensetzung** der Nervensubstanz ist noch nicht genau erforscht. Das Wasser macht $^3/_4$ bis $^4/_5$ aus; die graue Substanz ist reicher an Wasser als die weiße. — Die Nervenzellen besitzen mehr Eiweißstoff als die Fasern. Im Nervenmarke, welches den eiweißstoffigen Axencylinder umhüllt, fand man einen krystallisirbaren, fett-, phosphor- und stickstoffhaltigen Körper, das Lecithin und das stickstoffhaltige Cerebrin, daneben finden sich noch Fettsäuren, sowie Cholesterin und Kreatin. — Die Asche der Nervensubstanz besitzt einen enormen Reichthum an freier Phosphorsäure und phosphorsauren Alkalien neben unbedeutenden Mengen phosphorsaurer Erden, phosphorsauren Eisenoxydes, Chloralkalien und schwefelsauren

Kalis. — Wie im Muskel bei der Todtenstarre eine Gerinnung des Muskelröhreninhaltes stattfindet, so ist dies auch im todten Nerven der Fall.

**Elektrische Erscheinungen** werden an den Nerven ebenso wie an den Muskeln während des Lebens und hauptsächlich während der Unthätigkeit des Nerven beobachtet. Wie dort der elektrische Strom „Muskelstrom" genannt wurde (s. S. 142), so bezeichnet man ihn hier als „Nervenstrom". Er zeigt genau die gleiche Gesetzmäßigkeit wie der Muskelstrom. Die Nerven sind demnach keine einfachen elektrischen Leitungsorgane, sondern selbst Elektromotore (Elektricitätserzeuger).

**Thätigkeit der Nerven.** Das Wirksame im Nervensysteme, was man früher mit den Namen „Nervenkraft, Nervengeist, Nervenagens, Nervenprincip, Nervenfluidum, Nervenäther, Innervation" bezeichnete und was man sich wohl auch in den Nervenröhren als fließend oder erzitternd und von elektrischer Natur dachte, läßt sich ebensowenig als etwas Materielles entdecken, wie die Elektricität, ist aber wie diese in seiner Wirksamkeit durch Erforschung der Bedingungen, unter welchen es seine Thätigkeit entwickelt, ziemlich bekannt. Daß die Elektricität beim Zustande der Nerventhätigkeit eine große Rolle spielt, wenn dabei auch keine einfache elektrische Leitung stattfindet, geht aus der Entdeckung hervor, daß der elektrische Nervenstrom beim Thätigsein der Nerven eine deutliche Veränderung (die sogen. negative Stromschwankung) zeigt. Der Nervenstrom ist an das Leben des Nerven gebunden und die Fähigkeit, die negative Stromschwankung zu zeigen, ist eine der wichtigsten Lebenseigenschaften des Nerven.

Der Nerv ist, ebenso wie der Muskel, niemals von selbst thätig, er muß zu seiner Thätigkeit erst angetrieben werden. Das was den thätigen Zustand im Nervensystem hervorruft, wird „Nervenreiz" genannt und die Eigenschaft des Nerven, durch Reize in den thätigen Zustand übergeführt zu werden, heißt seine „Erregbarkeit, Reizbarkeit, Empfindlichkeit, Sensibilität". Natürlich ist die Erregbarkeit an die normale Zusammensetzung und Mischung des Nervengewebes gebunden. Man spricht von vermehrter oder verminderter Reizbarkeit, je nachdem die Reizung ein stärkeres oder schwächeres, ein schnelleres oder trägeres Vonstattengehen der Nerventhätigkeit veranlaßt. Mit dem Ausdrucke Lähmung wird eine vollständige Unfähigkeit zum Thätigsein angedeutet. Nach der verschiedenen Beschaffenheit des Nervenreizes, welcher entweder von der Außenwelt oder vom Innern unseres Körpers aus auf das Nervensystem einwirkt, ist die Wirkung eine verschiedene. Auf ein reizbares Nervensystem wird natürlich derselbe Reiz mehr Eindruck machen müssen, als auf ein weniger reizbares. — Die Leitung der Erregung im Nerven (ergründet mittels des elektromagnetischen Chronoskops) ist hinsichtlich ihrer Geschwindigkeit

eine verhältnißmäßig langsame, jedoch nicht so langsam wie im Muskel, und steht der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Imponderabilien (Licht, Elektricität, Schall) weit nach. Sie beträgt für die Bewegungsnerven und wahrscheinlich auch für die Empfindungsnerven gegen 26 bis 30 Meter in der Secunde, während die Elektricität in derselben Zeit 464,000,000 und das Licht 300,000,000 Meter zurücklegt*). Es dauert $^3/_4$ bis $^1/_{10}$ Secunde, um auf eine Empfindung mit einer Bewegung (Willensäußerung) zu antworten. Wahrscheinlich ist es, daß die Geschwindigkeit der Leitung nicht gleichmäßig ist, sondern mit zunehmender Entfernung von der zuerst erregten Stelle abnimmt. So kommt z. B. eine Nachricht von der großen Zehe etwa eine $^1/_{30}$ Secunde später im Gehirn an, als eine vom Ohr oder Gesicht. Mancherlei Einflüsse, z. B. Kälte, verringern die Geschwindigkeit der Leitung. — Bei der Erregung eines Nerven wird nicht der ganze Nerv auf einmal in den thätigen Zustand versetzt, sondern dieser wird nur allmählich von einem Punkte auf den nächsten, bis zum Ende des Nerven hin, übertragen. Man nennt diese Eigenschaft des Nerven sein „Leitungsvermögen".

Die **Erregbarkeit** — welche nur dann in richtiger Weise vorhanden sein kann, wenn das Nervengewebe sich in normalem Zustande befindet, — kann durch die folgenden Einflüsse erhöht, erniedrigt und vernichtet werden. 1. Ist ein Nerv nicht mehr mit einem lebenden Centralorgan verbunden, so nimmt seine Erregbarkeit zuerst beträchtlich zu und sinkt dann bis zum Erlöschen, worauf fettige Entartung desselben folgt. 2. Anhaltende Ruhe des Nerven vermindert und vernichtet die Erregbarkeit und führt endlich gleichfalls zur fettigen Entartung desselben. 3. Anhaltende Thätigkeit vermindert zeitweise die Erregbarkeit (Ermüdung) und kann sie selbst für immer vernichten (Erschöpfung). Durch Ruhe (Erholung) und richtige Ernährung wird der ermüdete Nerv wieder gehörig erregbar. 4. Gröbere mechanische und chemische Einflüsse, sowie hohe Temperaturgrade (über 45° C.) vernichten die Erregbarkeit. 5. Die Elektricität modificirt die Erregbarkeit sowie die elektromotorischen Eigenschaften des Nerven bedeutend. Diesen Zustand nennt man den „elektrotonischen" oder den „Elektrotonus".

Die **Reize**, welche den Nerv in Thätigkeit versetzen können, sind folgende: 1. Die naturgemäßen, von den Endorganen ausgehenden Reize, also von den Centralorganen der Wille und der Reflex, von den peripherischen Organen die erregenden Eindrücke der Außenwelt, besonders die Sinneseindrücke, sowie die Empfindungseindrücke in unserm Innern. 2. Die Elektricität ist ebenfalls ein starkes Erregungsmittel für den Nerv. 3. Von chemischen Reizen, welche die Zusammensetzung des Nervengewebes mit

*) Um die vergleichsweise Langsamkeit der Bewegung der Nervenerregung anschaulich zu machen, hat Du Bois-Reymond folgende Geschwindigkeiten der Bewegungen nach Metern in einer Secunde zusammengestellt: der Elektricität 464,000,000; — des Lichts 300,000,000; — des Schalles, in Wasser 1435, in Luft 332; — einer Sternschnuppe 64,380; — der Erde bei ihrer Bewegung um die Sonne 30,800; — einer Kanonenkugel 552; — des Windes 1 bis 20; des Adler-Fluges 53; — der Locomotive 37; — der Jagdhunde und Rennpferde 25; — der Nervenerregung 26 bis 30; — der Muskelzusammenziehung 0,8 bis 1,2 Meter in der Secunde.

einer gewissen Geschwindigkeit verändern, sind die hauptsächlichsten: concentrirte Lösungen von Mineralsäuren, Alkalien, Alkalisalzen, concentrirte Milchsäure. Auch Wasserentziehung (Austrocknen) wirkt erregend. 4. Eine Temperatur von 34—45° C. wirkt erregend, höhere Temperaturen tödten. 5. Mechanische Reize (Stoß, Druck, Schnitt ꝛc.), wenn sie mit einer gewissen Geschwindigkeit einwirken, erregen, lähmen aber, wenn dadurch die Form bleibend verändert wird.

Damit nun aber der Reiz in dem gehörig reizbaren Nervensysteme auch wirklich eine Wirkung hervorbringen kann, so müssen außer den normalen Nervenmittelpunkten auch noch besondere Organe vorhanden sein, in denen durch die Nerven ganz bestimmte Erscheinungen (Bewegungen, Empfindungen) veranlaßt werden können und diese Organe finden sich an den peripherischen Enden der Nerven, während das centrale Ende derselben im Gehirn, Rückenmark oder in Nervenknoten wurzelt. Sobald der Zusammenhang zwischen einem solchen Organe und dem Nervencentrum aufgehoben wird und der beide Endorgane verbindende Nerv in seiner Leitung gestört ist, so hört auch die vom Nervensysteme abhängige Thätigkeit im Organe auf. Ebenso hat aber auch die Beschaffenheit des Organs, wie die des Nerven und des Nervencentrums, Einfluß auf die Nerven-Wirksamkeit in dem Organe (auf den sogen. Erfolg der Nervenreizung).

Die Thätigkeit der Nerven, welche sich im Nerven selbst nicht äußerlich kund giebt, führt dagegen zu Veränderungen in einem der beiden Endorgane desselben, im peripherischen oder im centralen. Der Reiz, welcher den Nerven in den thätigen Zustand versetzt, wirkt in der Regel auf eines seiner beiden Endorgane ein und die Thätigkeit (der Erfolg) zeigt sich dann in dem andern Endorgane. Tritt in einem Nerven nach Erregung des peripherischen Endorgans der Erfolg im centralen ein (z. B. Erregung des Gehörnerven im Ohre und darauf Hören eines Tones ꝛc.), so nennt man diesen Vorgang einen centripetalen, im umgekehrten Falle einen centrifugalen. Jede Nervenfaser kann entweder nur centripetal oder nur centrifugal leiten (d. i. ihre specifische Energie). — Außer diesen naturgemäßen, auf eins der Endorgane wirkenden Reizen, kann aber ein Nerv auch an jedem Punkte seines Verlaufes durch künstliche Reizung erregt werden und dann tritt stets der Erfolg bei einem centripetalen Nerven im centralen Endorgane, bei einem centrifugalen im peripherischen Endorgane ein.

Man denkt sich also die Nerventhätigkeit als eine dreifache, nämlich als eine von allen Theilen des Körpers nach dem Nervencentrum hingehende oder centripetale, als eine im Nervencentrum stattfindende oder centrale, und als eine vom Centrum nach allen Organen und nach der Oberfläche des Körpers hin ausstrahlende oder centrifugale. Für jede dieser drei Actionen scheinen besondere Nerventheile zu existiren, für die centripetale und centrifugale Action

die Nervenfasern in den Nerven, für die Thätigkeit im Centralorgane die Nervenzellen. Es könnten sonach die Fasern in den centripetal oder centrifugal leitenden Nerven mit den Telegraphendrähten, die Nervencentra mit den Apparaten auf den Stationen, durch welche eine Nachricht fortgeschafft oder empfangen wird, verglichen werden. Da nun im Gehirne der Sitz des Bewußtseins und Willens ist, so können auch nur die zu diesem Organe hinleitenden (centripetalen) Nervenfasern Reizungen zum Bewußtsein bringen oder, was dasselbe ist, Empfindungen vermitteln, während nur die vom Gehirne aus zu Muskeln leitenden, also die centrifugal leitenden Fasern, Bewegungen nach unserm Willen zu veranlassen im Stande sind. Die ersteren Fasern heißen deshalb auch *Empfindungs-*, die letzteren *willkürliche Bewegungsfasern*. Die empfindenden Fasern wurzeln entweder in den Sinnesorganen und dienen dann zur Wahrnehmung ganz besonderer, der sogenannten Sinneseindrücke, wie des Lichtes, Schalles, riechender und schmeckender Stoffe u. s. w., und heißen dann *sensorielle* oder *Sinnesnerven*, oder sie durchziehen ganz einfach die verschiedenen Gewebe und vermitteln dann das Gefühl in denselben als *sensitive* oder *Gefühlsnerven*. Die Fasern des vegetativen, des Rückenmarks- und sympathischen Nervensystems können, wie es scheint, für sich allein weder Empfindungen, noch willkürliche Bewegungen veranlassen, und zwar eben darum, weil sie nicht mit dem Gehirne im Zusammenhange stehen; nur unwillkürliche Bewegungen werden durch dieselben erzeugt. Es ist aber nachgewiesen, daß viele sympathische Fasern theils durch Rückenmarksnerven, theils durch Hirnnerven mit dem Gehirne und Rückenmarke in Verbindung stehen. Kein sympathischer Nerv scheint aber mit den Willensorganen in Verbindung zu stehen, denn alle Bewegungen der Eingeweide sind völlig unwillkürlich. Dagegen werden durch die Verbindung der Sympathicusfasern mit Hirn- und Rückenmarksfasern Empfindungen vermittelt. — Gewöhnlich sind diejenigen Nervenfasern, welche gemeinschaftlich einem bestimmten Zwecke dienen oder die sich zu demselben Organe erstrecken, innerhalb des Centrums in bestimmte Gruppen vereinigt und können auf diese Weise leichter in Thätigkeit versetzt werden.

*Reizbarkeit*, *Reizung* und *Organe*, in welchen die Reizung eine Erscheinung veranlassen kann, sind sonach ebenso Bedingungen zum Thätigsein des Nervensystems, wie bei einem elektrischen Telegraphen Jemand (der Reiz) vorhanden sein muß, der mit Hülfe eines Apparates (Organs) durch Leitungsdrähte (Nerven) eine Nachricht nach einem entfernten Orte hinschafft und dort meldet. Sowie nun von dem Zustande dieses Jemand, der Apparate auf den Stationen und der zwischen diesen ausgespannten Drähte die bessere oder schlechtere (schnellere oder langsamere, richtige oder falsche) Verbreitung einer Nachricht abhängt, ebenso hat auch der *Grad der Reizbarkeit*, *die Stärke der Reizung* und *die Beschaffenheit des Organs* großen Einfluß auf die Erscheinungen, welche die Nerventhätigkeit hervorruft. Je stärker ein *Reiz* einwirkt, desto deutlicher tritt natürlich seine Wirkung

(als Empfindung und Bewegung) hervor. So muß z. B. die Sonnenwärme als schwächerer Reiz eine andere Empfindung veranlassen wie Feuer als stärkerer Reiz, und ein Nadelstich bedingt eine schwächere Muskelzusammenziehung als ein elektrischer Funken u. s. f. Bei dieser Nervenreizung ist nun aber beachtenswerth, daß in Folge derselben Nervensubstanz (mittelbar also auch Blut) verzehrt wird, die sich in der Ruhe aus dem Blute mit Hülfe des Stoffwechsels wieder ersetzen muß, wenn das gereizte Nervengewebe seine richtige Reizbarkeit wieder bekommen soll. Zu starke und lang anhaltende Reizung kann deshalb das Nervengewebe auf kürzere oder längere Zeit mehr oder weniger unfähig für seine Function machen oder sogar ganz lähmen. So kann das Sehen in sehr helles Licht blind oder doch das Auge auf einige Zeit zum Sehen unfähig machen; anstrengende Geistesthätigkeit bei aufgeweckten Kindern zieht nicht selten Dummwerden derselben nach sich. Dagegen wird bei der richtigen Abwechselung zwischen Thätigkeit und Ruhen das Nervengewebe wahrscheinlich in Folge gesteigerten Stoffwechsels, seine Function bei einer gewissen Reizung leichter, schneller und vollkommener erfüllen, wenn sich dieselbe öfters wiederholt. *Auf dieser öfteren Wiederholung mit den gehörigen Pausen beruht die Uebung ebensowohl der empfindenden wie bewegenden Nerven, der Sinnes- und Geistesthätigkeit, ferner die Erziehung, die Erwerbung von Sinnesschärfe und Geschicklichkeiten, von guten und schlechten Angewöhnungen.* Jedoch ist hierbei zu bedenken, daß sich das Nervengewebe an einen bestimmten Reiz allmählich gewöhnt und dann weniger von demselben erregt wird, als früher; es wird deshalb bei der Uebung nöthig, die Reizung nach und nach zu steigern. — Was die *Reizbarkeit* des Nervengewebes betrifft, so hängt diese vorzugsweise von der Art seiner Ernährung und Benutzung ab. Durch falsche Ernährung, welche der Nervensubstanz die erforderlichen chemischen Stoffe (besonders Eiweiß, Fett, Phosphor) vorenthält, kann ebensowohl eine widernatürlich gesteigerte als verringerte Reizbarkeit zu Stande kommen, wie dies, abgesehen von einer Menge von anderen Umständen, besonders bei Blutarmuth (Bleichsucht) und gestörter Blutreinigung in der Leber (s. bei Pfortaderstockungen) deutlich sichtbar ist. Daß die Benutzung (Reizung) des Nervengewebes auf dessen Reizbarkeit Einfluß hat, zeigt sich dadurch, daß zu starke Reizung sogar Lähmung derselben hervorrufen kann. Wie zu häufige kalte Waschungen und Uebergießungen 2c. durch unzweckmäßige Reizung der Empfindungsnerven der Haut große Reizbarkeit erzeugen, ist tagtäglich zu beobachten; wie starke Gemüthseindrücke ebensowohl eine bedeutende Erregbarkeit, als auch große Abspannung und Stumpfheit nach sich ziehen können, ist ebenfalls bekannt. — Daß das *Organ*, in welchem die Nerventhätigkeit eine Erscheinung hervorrufen soll, sich im normalen Zustande befinden muß, wenn diese Erscheinung eine naturgemäße sein soll, versteht sich wohl von selbst. Was würde z. B. alles Telegraphiren helfen, wenn der Zeiger an der Meldescheibe fehlte; das Ziehen an einer Klingel würde kein Läuten hervorrufen, wenn kein Klöppel in der Glocke wäre; ebenso wird man nicht ordentlich sehen, hören, riechen, schmecken, fühlen können, wenn die dazu nöthigen Sinneswerkzeuge krank sind. Die für die Nerventhätigkeit erforderlichen Organe sind nun aber, ebensowohl bei dem centripetal wie centrifugal leitenden Nervenapparate, doppelter Art, das eine (das *centrale*) Organ wird nämlich vom Nervencentrum gebildet, und steht mit den centralen Enden der Nervenfasern in innigem Zusammenhange, das andere (*peripherische*) Organ, in welchem sich die peripherischen Enden der Nerven mit ihren Endorganen verbreiten, ist entweder ein Sinneswerkzeug, oder irgend ein mit Empfindungs-Apparat versehener Theil des Körpers oder (willkürlich oder unwillkürlich sich zusammenziehendes) Muskelgewebe. Im animalen Nervensystem ist das Centralorgan das Gehirn, nur von ihm geht der Wille (Impuls, Reiz) zu den willkürlichen

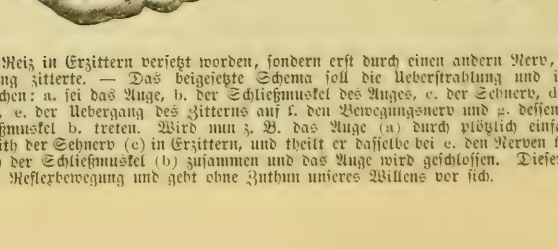
Bewegungen aus, nur in ihm wurzelt in Folge des Bewußtseins das Empfinden, nur durch das Gehirn kommen die Geistesthätigkeiten zu Stande. Nur wenn das Gehirn gesund ist, haben wir die gehörige Fähigkeit zu empfinden, zu denken, zu wollen und uns willkürlich zu bewegen. Die peripherischen Organe des animalischen Nervensystems, welche also durch Hirnnervenfasern mit dem Gehirne zusammenhängen müssen, sind theils die Sinneswerkzeuge, theils überhaupt empfindungsfähige Theile oder willkürliche Muskeln. Im vegetativen Nervensysteme bilden das Rückenmark und vielleicht die Nervenknoten die Centraltheile, während alle unwillkürlich sich bewegenden Theile (Muskeln, Gefäße, Kanäle) die peripherischen Organe sind. — Man pflegt den während des Lebens in den Nerven und Muskeln stets vorhandenen mäßigen Grad von Erregung als Nerven- und Muskeltonus zu bezeichnen. Er ist bei verschiedenen Menschen nach der Beschaffenheit des Muskel- und Nervengewebes, sowie nach dem Grade der Reizung und Reizbarkeit, sehr verschieden und ändert sich bei demselben Menschen sehr oft.

Noch giebt es im Nervensysteme einige Einrichtungen (Gesetze), durch die sich eine Menge wichtiger Erscheinungen im Körper leicht erklären lassen. Zuvörderst ist das Gesetz der isolirten Leitung zu beachten, nach welchem jede Nervenfaser in ihrem Verlaufe von ihrem Ursprunge im Centraltheile an bis zu ihrer Endigung im Organe von den anderen Fasern vollständig abgeschlossen bleibt und ihre Thätigkeit keiner anderen mittheilen kann. Dagegen ist in den Nervenmittelpunkten (Gehirn, Rückenmark, Nervenknoten) nach dem Gesetze der Ueberstrahlung (des Reflexes, der Sympathie oder Synergie) eine Uebertragung der Thätigkeit von einer auf die andere Faser möglich. Diese Ueberstrahlung kann nun aber von einer Empfindungsfaser auf eine Bewegungsfaser (bei den Reflexbewegungen) oder umgekehrt von einer Bewegungs- auf eine Empfindungsfaser (bei den Reflexempfindungen), sowie von einer Empfindungs- auf eine andere Empfindungsfaser (bei Mitempfindungen) und von einer Bewegungs- auf eine andere Bewegungsfaser (bei Mitbewegungen) stattfinden. Auch können mittels der Ueberstrahlung einige wenige gereizte Fasern größere Fasergruppen, die einem gemeinschaftlichen Zwecke dienen (z. B. dem Athmen, der Herzbewegung), in Thätigkeit versetzen. Ebenso können Fasern der einen Hälfte des Körpers die der anderen Seite erregen. Durch dieses Gesetz des Reflexes lassen sich die sogenannten Sympathien, sowie alle die sogenannten instinktmäßig (unbewußt und unwillkürlich, aber doch zweckmäßig) vor sich gehenden Bewegungen und die hinsichtlich ihres Sitzes und ihrer Ausbreitung absonderlichen Empfindungen erklären. — Auch das Gesetz der Gewohnheit (Accommodation), nach welchem ebensowohl die Leitung wie Ueberstrahlung von Reizungen im Nervensysteme um so leichter stattfindet, je öfter dieselbe schon stattgefunden hat, ist insofern von großer Bedeutung, als dieses Nervengesetz bei der Erziehung und Erlangung von allen möglichen körperlichen und geistigen, guten und schlechten Fähigkeiten und Angewöhnungen, sowie bei bestimmten Neigungen zu Krankheiten in Betracht kommt. Es lassen sich auf diese Weise künstliche

Reflexthätigkeiten erlangen, d. h. bewußte Thätigkeiten können durch öftere Wiederholungen zu unbewußten werden. — Nach dem Gesetze der excentrischen Erscheinung (oder peripherischen Energie) treten die Erscheinungen, welche durch die Nerventhätigkeit veranlaßt werden, immer nur am äußern (peripherischen) Ende des erregten Nerven auf, also in dem Organe, wo sich seine peripherische Endigung befindet, mag derselbe auch gereizt werden, wo immer es ist. Einige Beispiele mögen diese Gesetze deutlicher machen.

Die Ueberstrahlung oder der Reflex bedingt, wie oben gesagt wurde, Reflex- und Mitbewegung, Reflex- und Mitempfindung. — Reflexbewegungen (s. S. 145), erzeugt durch Reizung zuleitender Nervenfasern und Ueberstrahlung der Reizung auf Bewegungsfasern, sind es z. B., wenn Menschen ohne Bewußtsein, wie Schlafende, Chloroformirte, Berauschte, Somnambule, Hirnkranke, Säuglinge u. s. w. solche Bewegungen vornehmen, die man sonst nur bei vollem Bewußtsein zu machen pflegt. Als Beispiele können also dienen: die Schmerzensgeberden und das Entfernen unangenehmer Reize von Seiten Bewußtloser, sowie das Schreien und Klagen derselben. Es gehören ferner hierher: das Zittern, das Bleichwerden und selbst die Krämpfe beim Sehen von Blut; das Erbrechen beim Erblicken, ja schon beim Vorstellen ekelhafter Gegenstände und beim Kitzeln des Schlundes; das Niesen beim Kitzel in der Nase, nach Schnupftabak und beim Sehen in die Sonne; Husten beim Eintritt fester Stoffe in die falsche Kehle (d. i. in den Kehlkopf und die Luftröhre), beim Einathmen kalter oder unreiner Luft und bei Anhäufung von Schleim oder dergl. in den Luftwegen; vermehrte Herzthätigkeit (Herzklopfen, Fieber) bei materiellen und psychischen Eindrücken aller Art; Krämpfe bei kleinen Kindern in Folge von Lungenentzündung, Magen- und Darmkatarrh u. s. w.*). — Mitbewegungen oder associirte Bewegungen (s. S. 147),

*) Denken wir uns die Nerventhätigkeit beispielsweise einmal als ein Erzittern in den Nervenfädchen. Das was dieses Zittern veranlaßt, würde der Nervenreiz sein. So würden also Lichtstrahlen den Sehnerv, Schall den Gehörnerv, unser Wille bestimmte Bewegungsnerven in Zittern versetzen u. s. f. Dieses Zittern dehnt sich allmählich über den ganzen Nerv, bis zu dessen Ende hin aus und setzt die hier anhängenden Apparate in Thätigkeit (erzeugt dadurch Bewegungen und Empfindungen). Wenn nun in einem Nervenmittelpunkte ein zitternder Nerv einen oder mehrere ihm benachbarte Nerven anstößt und ebenfalls in Erzittern versetzt, so nennt man dies eine Ueberstrahlung oder einen Reflex. Hierbei sind also die letzteren Nerven nicht selbst




durch einen Reiz in Erzittern versetzt worden, sondern erst durch einen andern Nerv, der in Folge einer Reizung zitterte. — Das beigesetzte Schema soll die Ueberstrahlung und ihre Wirkung veranschaulichen: a. sei das Auge, b. der Schließmuskel des Auges, c. der Sehnerv, d. der Nervenmittelpunkt, e. der Uebergang des Zitterns auf f. den Bewegungsnerv und g. dessen Zweige, die zum Schließmuskel b. treten. Wird nun z. B. das Auge (a) durch plötzlich einfallendes Licht gereizt, geräth der Sehnerv (c) in Erzittern, und theilt er dasselbe bei e. den Nerven f. und g. mit, so zieht sich der Schließmuskel (b) zusammen und das Auge wird geschlossen. Dieser Augenschluß ist also eine Reflexbewegung und geht ohne Zuthun unseres Willens vor sich.

Association der Bewegung, erzeugt durch Reizung von Bewegungsnerven und Uebertragung der Reizung von diesen auf andere Bewegungsnerven, zeigen sich am deutlichsten als falsche, überflüssige Bewegungen beim Einüben von Muskelkunstfertigkeiten (wie beim Tanzen, Turnen, Schwimmen, Fechten, Kegeln, Instrumentspielen ꝛc.), ferner als Verlegenheits- und Angewohnheitsbewegungen beim öffentlichen Reden und dergl.; hierher gehört ferner: die beschleunigte Herzthätigkeit und das vermehrte Athmen bei willkürlichen Körperbewegungen. — Mitempfindungen (Association oder Irradiation der Empfindungen), erzeugt durch Reizung von Empfindungsnerven und Uebertragung der Reizung von diesen auf andere Empfindungsnerven, sind: Schmerzen aller oder doch vieler gesunder Zähne bei Schmerz eines hohlen Zahnes (gewöhnlich als Zahnreißen bezeichnet); Schmerz in der Achsel und im Arme bei Leber- und Herzentzündung; Schmerz im Knie bei Hüftgelenkkrankheiten; Zahnschmerzen oder Gefühl von Rieseln auf der Haut bei grellen Tönen; Frösteln und Schaudern beim Hören und Sehen grausiger Thaten ꝛc. — Reflexempfindungen entstehen durch Reizung von Bewegungsnerven und Uebertragung der Reizung von diesen auf Empfindungsnerven; als solche sind wahrscheinlich die Schmerzen zu betrachten, welche durch Bewegungen entstehen, die aber den schmerzenden Theil nicht unmittelbar incommodiren dürfen, z. B. Gesichts- und Zahnschmerzen bei Kaubewegungen.

Nach dem Gesetze der excentrischen Erscheinungen entstehen Empfindungen und Bewegungen an Stellen, an welchen die betheiligten Nerven gar nicht gereizt wurden, wohl aber sich endigen; die Empfindungen oder Bewegungen entstehen dann in Folge von Reizungen jener Nerven an irgend einer Stelle ihres Verlaufes (oberhalb ihrer peripherischen Endigung bis zum Nervencentrum hin). Stößt man sich z. B. an das sogen. Mäuschen des Ellenbogens, so fühlt man heftigen Schmerz im vierten und kleinen Finger, weil sich der am Ellenbogen gestoßene Ellenbogennerv an diesem Finger endigt. Ja selbst wenn diese Finger nebst der ganzen Hand weggeschnitten worden wären, würde man scheinbar doch noch Schmerz in diesen weggeschnittenen Fingern fühlen können. So werden Amputirte in der Regel noch Jahre lang von Empfindungen aller Art in den weggeschnittenen, ihrem Gefühle scheinbar aber noch vorhandenen Gliedmaßen gequält.

## Gehirn und Gehirnnerven.

Das Gehirn (s. Taf. V. auf S. 170) ist dasjenige in der Schädelhöhle befindliche Centrum des Nervensystems, durch welches wir Bewußtsein besitzen, mit dem wir denken, fühlen und wollen, durch welches wir Sinneseindrücke und Empfindungen wahrzunehmen, sowie willkürliche Bewegungen vorzunehmen im Stande sind. Es ist also das Gehirn der Apparat für die sogenannten „geistigen Thätigkeiten".

Das Gehirn, — welches in der Schädelhöhle rings von knöchernen Wänden geschützt liegt und hier in einer Kapsel eingeschlossen ist, die von 3 dünnen, zwiebelschalenartig (concentrisch) um einander herumliegenden Häuten (d. s. die Hirnhäute) gebildet wird — stellt eine länglich-runde Nervenmasse dar, die im Durchschnitt beim Manne in Mitteleuropa zwischen 1300 und 1500 Gramm, bei der Frau aber durchschnittlich um 130 Gramm weniger wiegt und den 35sten bis 37sten

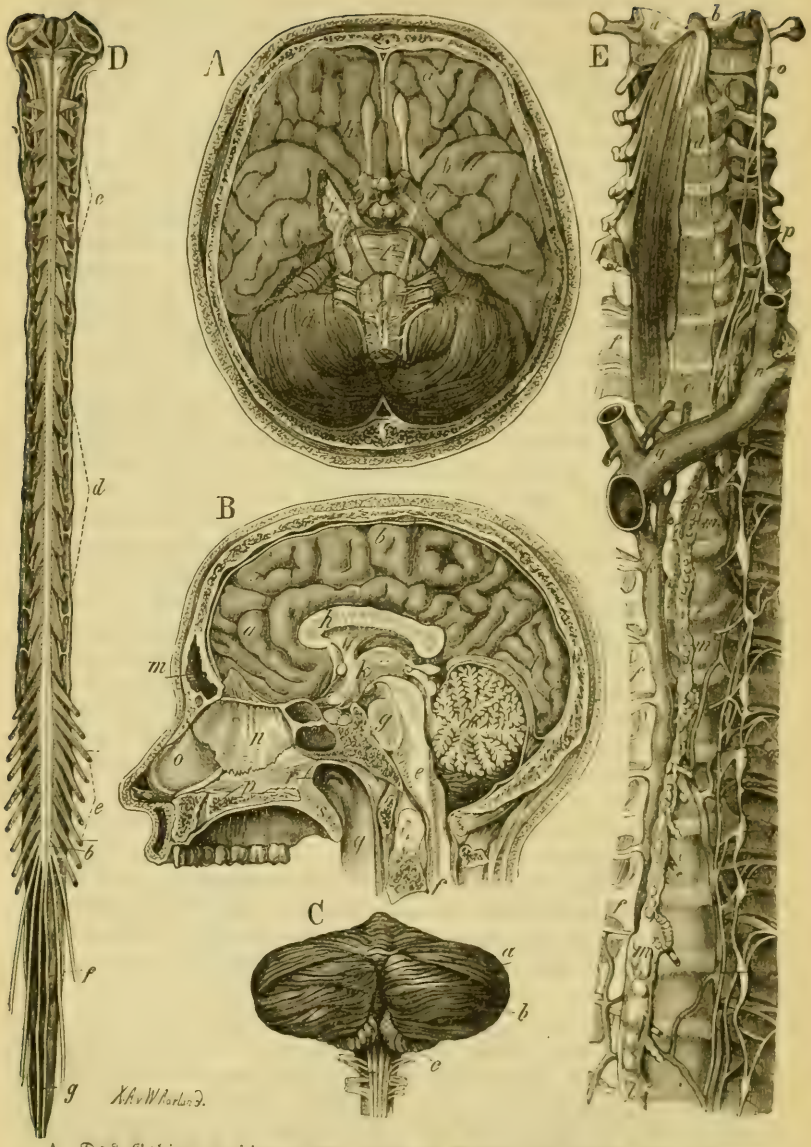
Theil der Körpermasse ausmacht. Die Länge des Gehirns beträgt beim erwachsenen Manne meist 160—170 Mm. (beim Weibe nur 150—160 Mm.), die Breite bei beiden Geschlechtern im Mittel 140 Mm., seine Höhe gegen 125 Mm.*) - - Die Substanz des Gehirns besteht theils aus weißer, theils aus grauer Nervenmasse (s. S. 157); die erstere stellt den größten und innern weißen Theil des Gehirns dar, die letztere bildet dagegen eine Art grauer Rinde um die weiße Substanz (d. i. das Rindengrau) oder durchsetzt dieselbe hier und da im Innern des Gehirns, als Centralgrau oder Hirnganglien (Vierhügel, Sehhügel, Streifenhügel, Linsenkern u. a.). — Die äußere Oberfläche des Gehirns zeigt entweder schlangenförmig sich windende Hügelstreifen (die Hirnwindungen) oder Schichtungen, zwischen denen sich Furchen hinziehen; im Innern des Gehirns befinden sich vier Höhlen oder Ventrikel (die rechte und die linke seitliche, die dritte und die vierte Hirnhöhle) und eine Menge verschieden gestalteter und nach ihrer Gestalt benannter Gebilde, wie der Balken (oder die große Commissur, welche die beiden Hälften des großen Gehirns mit einander vereinigt), die durchsichtige Scheidewand, das Gewölbe, der Hirnschenkel (mit dem Fuß und der Haube), der Vierhügelkörper (mit der Zirbeldrüse auf seiner Oberfläche), die Sehhügel (welche sich in die Sehnerven verlängern), der Streifenhügel, das Ammonshorn, die Mandel und Olive u. a. Die rechte und linke Hälfte des Gehirns stehen durch sogen. Commissuren im innigen Zusammenhange mit einander. — Man trennt das Gehirn gewöhnlich in 3 Abtheilungen, nämlich in das große, das kleine und das Mittelgehirn. Das große Gehirn, welches den größten Theil der Schädelhöhle, besonders vorn und oben, einnimmt und die beiden seitlichen Hirnhöhlen sowie die dritte Höhle enthält, zeichnet sich schon auf den ersten Blick durch die Windungen an seiner Oberfläche vor dem kleinen Gehirn aus und wird durch einen tiefen Längenspalt in zwei Hälften (Halbkugeln, Hemisphären) geschieden, von denen eine jede wieder einen vordern, einen mittlern und einen hintern Lappen besitzt. Die ziemlich tiefe Querfurche zwischen dem vordern und hintern Lappen des großen Gehirns, die aber nur an der unteren Fläche des Großhirns befindlich ist, führt den Namen Sylvische Grube. In der Tiefe dieser Grube findet sich die sogen. Insel, deren Ausbildung von der Größe des sogen. Linsenkernes abhängig ist und in der Thierreihe als Maßstab für

*) Das Gehirn füllt die Schädelhöhle fast ganz aus und hat also auch die Gestalt des knöchernen Schädels. Allein niemals gleicht seine Oberfläche in ihren Erhöhungen und Vertiefungen vollkommen der äußeren Oberfläche der Schädelkapsel. — Nach Weisbach erreicht das Gehirn zwischen dem 20. und 30. Jahre sein höchstes Gewicht und erleidet vom 50. Jahre ab eine allmähliche Gewichtsabnahme, die im hohen Alter bis gegen 10 Procent des ursprünglichen Gewichts beträgt.

die höchsten Stufen der Gehirnbildung erscheint. Das kleine Gehirn hat seine Lage tief unten im Hinterkopfe, unter den hinteren Lappen des großen Gehirns, und läßt sich dadurch leicht erkennen, daß seine Oberfläche durch eine Menge von Querspalten wie aus lauter über einander liegenden Blättern zusammengesetzt erscheint. Auf einem senkrechten Durchschnitte einer Klein-Hirnhälfte bildet die graue Substanz der Blätter mit der inneren weißen Marksubstanz eine baumförmige Anordnung, den sogen. Lebensbaum. Es besteht das kleine Gehirn ebenfalls aus zwei gleichen Hälften und an seiner unteren Fläche befindet sich, in der Mitte zwischen dem kleinen und Mittelgehirne, die vierte Hirnhöhle. — Das Mittelgehirn bildet den Verbindungstheil zwischen dem großen Gehirn, dem kleinen Gehirn und dem Rückenmarke; es besteht aus der Brücke, den Vierhügeln und der Fortsetzung des Rückenmarkes, dem verlängerten Marke (in welchem, wie im Rückenmarke, die äußere Masse weiß und die innere grau ist) und nimmt den untersten Theil des Gehirns ein.

Das ganze Gehirn ist, wie bereits erwähnt, von drei zwiebelschalenartig um einander herum liegenden Häuten eingehüllt, die sich durch das große Hinterhauptsloch ununterbrochen in den Rückgratskanal erstrecken und daselbst das Rückenmark in derselben Weise, wie das Gehirn umgeben. Die äußerste dieser drei Häute heißt die harte Hirnhaut (sie dient gleichzeitig an der inneren Fläche der Schädelknochen als Knochenhaut) und ist sehr gefäßreich, fest und sehnig; sie bildet zwischen den beiden Hälften des großen Gehirns, bis auf den Balken herab, eine sichelförmige Scheidewand, die Großhirnsichel, trennt die hinteren Lappen des großen Gehirns von dem darunter liegenden kleinen Gehirn durch das querliegende Hirnzelt, während sie sich als kleiner Sichelfortsatz auch zwischen die Hälften des kleinen Gehirns erstreckt. An einigen Stellen bildet die harte Hirnhaut doppelte Blätter, welche längliche, plattrunde und dreieckige Lücken zwischen sich lassen, in welchen die Stämme der Blutadern geschützt liegen, die das aus dem Gehirn abfließende Blut aufnehmen und aus der Schädelhöhle herausleiten. Diese Zwischenräume mit den Blutadern führen den Namen Blutleiter. Die mittlere Hirnhaut ist eine zarte, durchsichtige seröse Membran und führt den Namen Spinnwebenhaut oder Arachnoidea; die unterste, welche den Hirnwindungen folgt und zwischen dieselben sowie in die Hirnhöhlen eindringt und hier die Adergeflechte oder Gefäßplexus bildet, ist weiche Hirnhaut oder Gefäßhaut benannt und stellt eine zarte, dünne, an Blutgefäßen außerordentlich reiche Zellgewebsmembran dar, welche die Hirnmasse nach allen Richtungen mit ernährenden feinen Blutgefäßen versorgt. Zwischen der Spinnwebenhaut des Gehirns und der weichen Hirnhaut befindet sich ein ovaler Raum, der mit einem ähnlichen cylindrischen Raum in Verbindung steht, welcher das Rückenmark zwischen der Spinnwebenhaut und weichen

## Tafel V.




A. Das Gehirn an seiner unteren Fläche. a) Vorderer, b) mittlerer und c) hinterer Lappen des großen Gehirns. d) Kleines Gehirn. e) Verlängertes Mark (oberes Ende des

Rückenmarkshaut umgiebt. Diese beiden Räume, der Arachnoidealraum des Gehirns und der Arachnoidealraum des Rückenmarks, werden als Arachnoidealraum bezeichnet. In diesem Raume befindet sich wie in den Hirnhöhlen die Hirn-Rückenmarksflüssigkeit, welche das Gehirn und Rückenmark als schützende seröse Flüssigkeit umgiebt.

Die graue Hirnmasse (Rindengrau, Centralgrau oder Hirnganglien) ist sehr gefäßreich und besteht hauptsächlich aus Nerven- oder Ganglienzellen von verschiedener Größe und Form. In der weißen Hirnsubstanz ist deutlich eine Faserung wahrzunehmen. Die einen dieser Hirnfasern verbreiten sich nur im Gehirn und verbinden die Ganglienzellen unter einander (intercentrale Fasern), andere sind die Anfänge von centrifugalen, zu Arbeitsorganen führenden Fasern, und noch andere sind die Enden der centripetalen, von Sinnesorganen kommenden Fasern. Die beiden letzteren (motorischen und Empfindungs-) Fasern treten theils in die 12 Paare der vom Gehirn entspringenden Nerven (Gehirnnerven) ein, theils stehen sie durch das Rückenmark mit den Rückenmarksnerven in Verbindung, denen sie die Fähigkeit zu empfinden und willkürliche Bewegungen zu erzeugen verleihen. Diese letzteren (Hirn-Rückenmarks-) Fasern ziehen sich zum großen Theile aus der einen Hirnhälfte in die entgegengesetzte Hälfte des Rückenmarks, so eine Kreuzung der rechten und linken Fasern (am deutlichsten im verlängerten Marke) bedingend. Daher kommt es denn auch, daß bei einem rechtseitigen Hirnschlagflusse die linke Seite des Körpers gelähmt ist.

**Feinerer Bau des Gehirns.** Wie die anderen nervösen Centralorgane (Rückenmark, Ganglien) ist auch das Gehirn von Nerven- oder Ganglienzellen, Nervenfasern und einer eigenthümlichen sehr weichen Bindesubstanz (Neuroglia) aufgebaut. Die letztere bildet mit den Blutgefäßen, denen sie als Träger dient, ein zartes Fächer- und Maschenwerk, in welches die nervösen Organe eingebettet sind. — Die Nervenzellen (s. S. 158) sind an

---

Rückenmarks). f) Die Varolsbrücke. g) Die Sehnervenkreuzung. h) Der Riechnerv. i) Der Hirnstiel.

B. Das Gehirn, in der Mitte seiner Länge senkrecht durchschnitten. a) Vorderer, b) mittlerer und c) hinterer Lappen des großen Gehirns. d) Kleines Gehirn mit dem Lebensbaum. e) Verlängertes Mark. f) Rückenmark. g) Varolsbrücke. h) Der Balken. i) Das Gewölbe. k) Der Sehhügel (dahinter die Vierhügel und die Zirbeldrüse). l) Das Hirnzelt (zwischen großem und kleinem Gehirn). m) Die Stirnhöhlen. n) Die knöcherne und o) die knorpelige Nasenscheidewand. p) Der harte Gaumen. q) Der Schlundkopf. r) Die Mündung der Ohrtrompete. s) Weicher Gaumen (Zäpfchen).

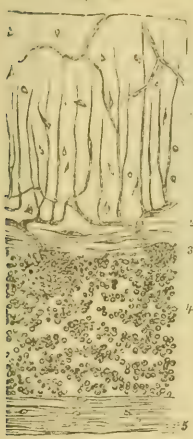
C. Das kleine Gehirn, von hinten gesehen. a) Die obere und b) die untere Hälfte. c) unterer halbmondförmiger Lappen.

D. Das Rückenmark, von hinten gesehen. a) Das verlängerte Mark. b) Der Rückenmarkszapfen (das untere Ende), mit dem Rückenmarksfaden. c) Der Halstheil. d) Der Brusttheil. e) Der Lendentheil. f) Die Kreuzbein- und g) die Steißbeinnerven.

E. Der Hals- oder Brusttheil der Wirbelsäule, von vorn gesehen, mit dem sympathischen Nerven und dem Milchbrustgange. a) Erster und b) Zahnfortsatz des c) zweiten Halswirbels. d) Halswirbel. e) Brustwirbel. f) Rippenköpfchen. g) Obere Hohlader. h) Linke Schlüsselbeinblutader. i) Drosselader. k) Unpaarige Blutader. l) Anfang des m) Milchbrustganges. n) Einmündung dieses Ganges in die Blutader. o) Oberster und p) unterster Halsknoten. q) Brustknoten. r) Eingeweidenerv und s) Verbindungsfaden des sympathischen Nerven mit Rückenmarksnerven.

den verschiedenen Orten verschieden an Form und Größe, sie schicken dünnere und dickere Fasern aus, von denen die einen, wie es scheint zusammengesetzt aus einer großen Anzahl feinster Fäserchen, sich in die von der Markscheide umhüllten Axencylinder der Nerven fortsetzen, so daß dann eine Nervenfaser, in ihrem Centralorgane angelangt, sich mit ihrem Axencylinder in zahlreiche feinste Fäserchen zu spalten (einen centralen Endbusch zu bilden) scheint. Die graue Hirnrinde besteht aus zahlreichen vielstrahligen schichtenförmig angeordneten Nervenzellen. Die kleinsten Zellen kommen in den oberen, die größten in den unteren Schichten vor.

Fig. 52.



Durchschnitt durch die Rinde des Kleinhirns (150mal vergrößert). 1. Graue Schicht der Hirnrinde. 2. querlaufende Nervenfasern. 3. Ganglienzellen. 4. sogen. Körnerschicht. 5. Feinste markhaltige Nervenfasern.

**Chemische Zusammensetzung der Hirnsubstanz.** Das Gehirn gehört zu den chemisch am unvollständigsten gekannten Thiersubstanzen, weil seine Mischung eine äußerst eigenthümliche und so verwickelte ist, daß die chemische Untersuchung äußerst schwierig wird. Im Allgemeinen besteht das Gehirn aus denselben Stoffen wie die übrige Nervensubstanz (s. S. 157). Am auffallendsten ist sein Reichthum an eigenthümlichen phosphorhaltigen fettartigen Stoffen (Lecithin, Protagon u. a.), an freier Phosphorsäure und phosphorsauren Alkalien. Im Alter soll der Gehalt an phosphorhaltigen fettartigen Stoffen abnehmen und ebenso soll das Gehirn Neugeborner weit ärmer daran sein als das Erwachsener.

**Thätigkeiten des Gehirns.** Daß das Gehirn (und zwar vorzugsweise die Hemisphären des Großhirns in ihrem Rindengrau) der Sitz der sogenannten geistigen oder psychischen Thätigkeiten (des Bewußtseins, Denkens, Fühlens, Wollens) ist, darüber herrscht kein Zweifel mehr. Ueber diese Thätigkeiten soll später des Weitern und ausführlich die Rede sein. Außerdem ist das Gehirn aber auch noch der Mittelpunkt für die willkürlichen Bewegungen und für die Empfindungen. Im Gehirne finden sich nämlich ebenso: centrifugal leitende oder bewegende, wie centripetal leitende oder empfindende Nervenfasern, welche sich entweder direct in die willkürlichen Muskeln und Sinnesorgane erstrecken (Gehirnnerven) oder doch, durch die Nervenzellen des Rückenmarks, mit den von diesem ausgehenden (Bewegungs- und Empfindungs-) Nerven (Rückenmarksnerven) in Verbindung stehen. Die centrifugal leitenden oder motorischen Nervenfasern können in den willkürlichen Muskeln nach unserm Willen (als auslösende Kraft die Spannkräfte der Muskeln in lebendige Kräfte umsetzend) Zusammenziehungen, also Bewegungen hervorrufen, während die centripetal leitenden oder sensiblen Nervenfasern die Eindrücke der Außenwelt, sowie die Reizungen von allen Punkten unseres Körpers zum Gehirn fortpflanzen und zur Empfindung bringen. Diese centripetal und centrifugal leitenden Fasern scheinen in der Hirnsubstanz mit intercentralen Fasern im Zusammen-

hange zu stehen, welche die Ganglienzellen der grauen Substanz unter einander verbinden und in diesen die sogenannte centrale Thätigkeit (s. S. 162) hervorrufen. Während im Rindengrau nämlich vorzugsweise die geistigen Thätigkeiten vor sich zu gehen scheinen, scheint das Centralgrau hauptsächlich der Sitz complicirter Coordinationen und Reflexe zu sein. So bilden z. B. die Vierhügel, welche mit den Seh- und gemeinschaftlichen Augenmuskelnerven in Verbindung stehen, ein Centrum für Reflexe zwischen diesen Nerven. Neuerlich betrachtet man die zum Centralgrau gehörenden Sehhügel (s. Tafel V, B, k) als Mittelpunkt für die verschiedenen Sinneseindrücke, von wo aus die Erregung auf die Großhirnrinde, als Sitz des bewußten Empfindens übertragen werden soll. Jedenfalls kommt aber die Hirnthätigkeit in der grauen Hirnmasse ausschließlich durch die Nervenzellen zu Stande, und die Fasern der weißen Hirnmasse leiten nur intercentral, centripetal oder centrifugal. Denn fast alle motorischen wie sensiblen Nervenfasern des Gehirns können in die graue Hirnmasse hinein verfolgt werden. Auch sind zwischen den Ursprungsstellen der einzelnen Fasern die verschiedensten Verbindungen durch Commissurenfasern nachgewiesen; namentlich finden auch symmetrische Verbindungen durch Quercommissuren statt. — Uebrigens stehen, wie schon oben erwähnt, sämmtliche Willens- und Empfindungsbezirke einer Körperhälfte mit der Gehirnhemisphäre der anderen Seite in engster Verbindung. Die Stellen, wo die Kreuzungen der Fasern vor sich gehen, sind noch nicht vollständig ermittelt; die Kreuzung scheint in der Mittellinie und successive zu geschehen. Mehrfache Kreuzungen finden schon im verlängerten Marke und in der Varolsbrücke statt. — Das kleine Gehirn, welches mit den Rückenmarkssträngen, dem Rinden- und Centralgrau des großen Gehirns, sowie dem Gehörnerven zusammenhängt, enthält vorzugsweise Coordinationsorgane für die Locomotionsbewegungen, denn seine Wegnahme oder Erkrankung veranlaßt Störungen in der Erhaltung des Gleichgewichts und in den Gangbewegungen (Unbeholfenheit derselben, Taumeln, häufiges Fallen u. dergl.).

Coordinirte Bewegungen, d. s. mehrere, entweder gleichzeitig neben einander oder in einer geordneten Reihenfolge hinter einander auftretende Bewegungen, bei welchen eine größere Anzahl von willkürlichen Muskeln thätig sein müssen, z. B. beim Gehen, Kauen, Bewegen des Augapfels ꝛc. Hierbei ist es nicht wahrscheinlich, daß unser Wille jeden einzelnen der zugehörigen Muskeln besonders beeinflußt, sondern vielmehr anzunehmen, daß die zu jenen Bewegungen veranlassenden Nerven im Centralorgane in einem Zusammenhange stehen, durch welchen die Erregung (durch den Willen, Reflex) sich entweder von einer Nervenzelle der anderen mittheilt, oder gleichzeitig auf alle übertragen wird. Wahrscheinlich sind die einzelnen motorischen Ganglienzellen der zusammengehörigen Fasern unter sich durch intercentrale Fasern zu einem coordinirenden Centralorgane verbunden, welches im Ganzen (durch den Willen, Reflex) in Thätigkeit gesetzt wird. Oft in Thätigkeit versetzte Erregungsbahnen sind leichter zu erregen als seltener benutzte, coordinirte Bewegungen können daher durch Uebung erlernt, verfeinert oder beschränkt werden. — Die Mit-

bewegungen oder associirten Bewegungen (siehe S. 166), bei denen mit einer beabsichtigten Bewegung zugleich eine andere oder mehrere andere unwillkürlich eintreten, kommen wahrscheinlich dadurch zu Stande, daß die Erregung nicht blos die zur beabsichtigten Bewegung erforderlichen Nerven allein trifft, sondern auch noch benachbarte und coordinirte. — Bei den Mitempfindungen (s. S. 167) werden mit der Erregung einer Empfindungsfaser zugleich andere, meist benachbarte, in der Regel wohl durch Reflex erregt. Vielleicht existiren im Gehirne auch sensible Centralorgane, die unter einander zusammenhängen und von denen viele gemeinschaftlich dem Bewußtsein einen Eindruck zuleiten.

Durch die Reflexthätigkeit des Gehirns (s. S. 166), bei welcher die Erregung sensibler Fasern sich durch Nervenzellen und vielleicht durch intercentrale Fasern auf andere Nervenzellen und die mit diesen zusammenhängenden centrifugalen oder centripetalen Fasern überträgt, werden Reflexbewegungen (s. S. 145) und Mitempfindungen (s. S. 167) hervorgerufen. Es scheint übrigens als ob dadurch, daß eine Nervenerregung von einer gewissen Stelle aus sehr häufig auf ganz bestimmte Ganglienzellen übertritt, dieses Uebertreten so erleichtert wird, daß es ohne weitern Willenseinfluß sofort vor sich geht. Daher kommt es, daß wir mit bestimmten sensiblen Eindrücken durch fortgesetzte Uebung ganz bestimmte unwillkürliche Bewegungen zu verbinden lernen. Man könnte diese Bewegungen „erlernte Reflexe" nennen. Zu ihnen gehören die Bewegungen beim Schreiben, Lesen, Tanzen, Musiciren, die rasche Beugung des Rückens Untergebener vor ihrem Vorgesetzten ꝛc. (s. S. 165). — Eine Reflexhemmung findet im Gehirn insofern statt, als der Wille, zumal durch Uebung, eine Menge von Reflexbewegungen zu unterdrücken vermag. So tritt auf Berührung des Augapfels für gewöhnlich ein unwillkürlicher (reflectorischer) Schluß der Augenlider ein; durch den Willen kann man denselben aber verhindern. Ebenso läßt sich in vielen Fällen der Reiz zum Husten unterdrücken (eine Thatsache, die bei der Erziehung Beachtung verdient). Hierher gehört wohl auch das Ruhigbleiben und Nichtthätlichwerden bei verletzenden Beleidigungen. Der gebildete Mensch vermag die Reflexbewegungen mehr oder weniger zu modificiren oder zu unterdrücken. — Manche nehmen ein automatisches Organ im Gehirn an, welches auf die Reflexvorgänge verzögernd oder hemmend wirken soll; auch die Thätigkeit dieses Organs soll durch sensible Eindrücke reflectorisch angeregt und verstärkt werden können. — Welchen hemmenden Einfluß ein Hirnnerv, der sogenannte Vagus oder herumschweifende Nerv, auf die Herzthätigkeit auszuüben vermag, soll bei dieser besprochen werden.

Das **verlängerte Mark** (s. S. 170. Taf. V. Fig. A. e. Fig. B. e. und Fig. D. a.), das oberste Ende des Rückenmarks, besteht hauptsächlich aus weißen Strängen, welche Fortsetzungen der weißen Rückenmarksstränge sind und sich theils zum kleinen Gehirn, theils zu den Hirnganglien und zur Großhirnrinde begeben. Es dient als Verbindungsglied zwischen dem Rückenmark und dem Gehirn und scheint vorzugsweise der Sitz des Lebens d. h. von wichtigen coordinirenden und reflectorischen Centralorganen zu sein, nämlich das Centrum für die rhythmischen Athembewegungen und für die Regulirung und Hemmung der Herzbewegungen; außerdem noch für coordinirte mimische Bewegungen, für die Kau- und Schlingbewegungen, sowie für Krampfbewegungen besonders im Athmungsapparate). Hier scheint ferner auch das Centrum für das gefäßbewegende (vasomotorische) Nerven-

system, sowie ein solches, dessen Reizung Vermehrung der Harnabsonderung (in der Regel mit Zuckergehalt des Harns) bedingt. Verletzungen des verlängerten Markes bedingen, da dasselbe das Centrum der Athembewegungen ist, sofort eine Unterbrechung der Athmung und dadurch bei Warmblütern augenblicklichen Tod. — Im verlängerten Marke treten, im Vergleiche zum Rückenmarke, neue graue Massen auf, auch nimmt die weiße Substanz stark an Dicke zu. Die Nervenfasern, welche am verlängerten Mark ein- und austreten, stehen entweder mit dem Gehirn in Verbindung oder wurzeln in der grauen Masse des verlängerten Markes. Man bezeichnet an demselben: an der unteren Fläche die beiden Pyramiden (mit Kreuzung der Fasern der rechten und linken Pyramide d. i. die Pyramidenkreuzung) und die beiden Oliven (mit grauem Kern); seitlich die strangförmigen Körper oder Seitenstränge, welche in das kleine Gehirn eintreten und an der oberen Fläche des verlängerten Markes die Rautengrube (das ist der untere Theil des Bodens der vierten Hirnhöhle) zwischen sich haben.

Die **Gehirn-Nerven**, von denen es zwölf Paare giebt, kommen am Grunde des Gehirns zum Vorscheine (s. S. 170. Taf. V. Fig. A.) und treten, umgeben von einer festen sehnigen Hülle (Fortsetzung der harten Hirnhaut), durch die Oeffnungen am Boden der Schädelkapsel aus der Schädelhöhle heraus, um sich größtentheils am Kopfe und Halse zu verbreiten. Diese Nerven werden entweder nur von centripetal leitenden (sensiblen und sensuellen d. s. Empfindungs- und Sinnesnerven-) Fasern, oder nur von centrifugal leitenden (Bewegungs- oder motorischen) Fasern, oder aber aus beiden, aus empfindenden und bewegenden Fasern, zusammengesetzt. Es sind, in der Richtung von vorn nach hinten, folgende:

Der erste Hirnnerv ist der paarige „Geruchsnerv", welcher durch die Löcher der Siebplatte des Siebbeins tritt und sich in der Schleimhaut der Nasenscheidewand verbreitet; er besteht nur aus centripetalen Fasern und vermittelt die Geruchsempfindungen. Diese sind dann naturgemäße, wenn die Erregung dieses Nerven in den peripherischen Endorganen der Riechhaut der Nasenhöhle durch gewisse specifische Reize, die Riechstoffe, geschieht. Durch Erregung des Geruchsnervens an einer anderen Stelle und aus inneren Ursachen werden subjective Geruchsempfindungen der verschiedensten Art (Geruchsphantasmen) erzeugt. — Eine von diesem Nerven angeregte Reflexbewegung ist das Erbrechen bei üblen Gerüchen. — Die Geruchsnerven (Riechkolben) sind eigentlich Abschnürungen der Großhirnhälften und Ueberbleibsel des Riechlappens der Thiere.

Der zweite Hirnnerv ist der paarige „Sehnerv", welcher zum Theil vom Sehhügel und Vierhügel entspringt. Zwischen den beiden Sehnerven findet vor dem grauen Hirnhügel eine Kreuzung statt (Sehnervenkreuzung). Der nur aus centripetalen Fasern bestehende Sehnerv tritt durch das Sehloch des Keilbeins in die Augenhöhle und endigt sich innerhalb des Augapfels als Netz- oder Nervenhaut. Jede Erregung desselben bringt Lichteindrücke hervor. Seine normale Erregung geht von seinen peripherischen Enden in der Netzhaut aus und bewirkt specifisch verschiedene (farbige) Lichteindrücke. Auf abnorme innere Erregung hin ruft der Sehnerv, auch bei geschlossenen Augen, subjective

Licht- und Farbenerscheinungen (Gesichtsphantasmen) hervor. Seine Unempfindlichkeit (Blindheit) ist eine der Ursachen des schwarzen Staares. — Vom Sehnerv ausgehende Reflexe sind: die Verengerung der Pupillen und der Augenlidschluß bei stärkerem Lichte, Kitzeln in der Nase und Niesen beim Sehen in die Sonne.

Der dritte paarige Hirnnerv heißt „gemeinschaftlicher Augenmuskelnerv" und besteht nur aus centrifugal leitenden Fasern. Er ist Bewegungsnerv für die meisten Muskeln des Augapfels, für das obere Augenlid und für die Muskelfasern im Innern des Augapfels (Ringmuskel der Pupille und Spanner der Aderhaut). Seine Erregung im Gehirn geschieht theils durch den Willen, theils durch Reflex vom Sehnerven aus.

Der vierte Hirnnerv, der paarige „Rollmuskelnerv", ist wie der vorige, mit welchem er gemeinsam entspringt, ein Bewegungsnerv und zwar für den Muskel, welcher den Augapfel nach unten und außen rollt.

Der fünfte paarige Hirnnerv, der stärkste von allen, heißt der „Dreigetheilte", weil er sich in drei Aeste theilt, von denen sich der erste durch die Augenhöhle zur Augen- und Stirngegend, der zweite durch das runde Loch des Keilbeins zum Oberkiefer und Gesicht, der dritte durch das ovale Loch des Keilbeins nach dem Unterkiefer, zur Schläfengegend und zur Zunge hinzieht (s. Fig. 53 b. c. d. e.). Seine Fasern entspringen an verschiedenen Stellen des Gehirns, einzelne im Rückenmark. Es ist dieser Nerv ein gemischter, denn er besteht aus Empfindungs- und Bewegungsfasern. Seine starke Empfindungsportion vermittelt die Empfindungen (sowie die Schmerzen): in den Zähnen, im Gesicht, Auge, Ohre ꝛc., somit fast am ganzen Kopfe, während die dünnere Bewegungsportion vorzugsweise die Kaubewegungen besorgt und bei abnormer Reizung Krämpfe in den Muskeln (Mundklemme, Mundsperre, Zähneklappern) hervorrufen kann. — Er enthält absondernde Fasern für die Thränen- und Speicheldrüsen und scheint in den von ihm versorgten Theilen der Zunge Geschmacksnerv zu sein.

Der sechste paarige Hirnnerv, der „äußere Augenmuskelnerv", ist Bewegungsnerv für den Abziehungsmuskel des Augapfels.

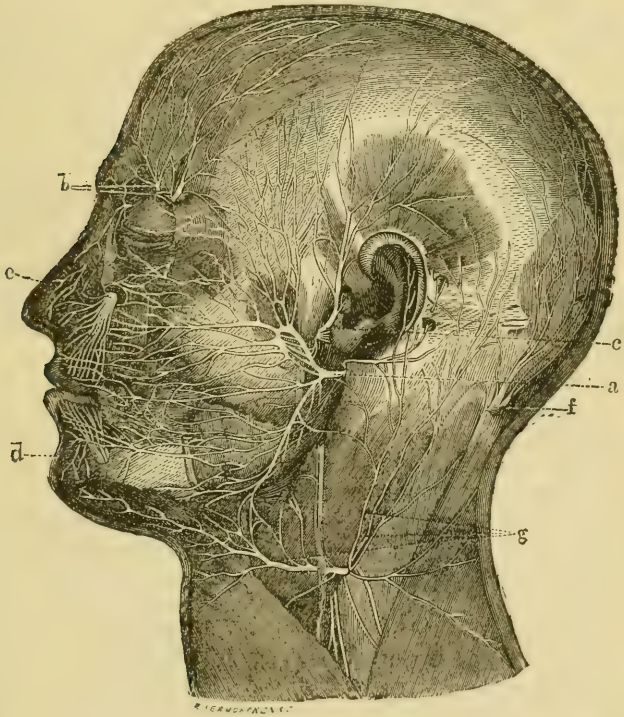
Der siebente Hirnnerv, der paarige „Gesichtsnerv", entspringt vom verlängerten Marke und dem Boden der vierten Hirnhöhle, tritt durch einen besondern Kanal des Felsenbeins hindurch und verbreitet sich von der Ohrgegend aus strahlenförmig zu den Gesichtsmuskeln (s. Fig. 53. a.), deren Bewegung (das Mienenspiel) er vermittelt. Deshalb heißt er auch der mimische Nerv und kann das Zustandekommen des mimischen Gesichtskrampfes und der mimischen Gesichtslähmung veranlassen. Seine Empfindungsfasern stammen in der Mehrzahl vom dreigetheilten Nerven.

Der achte Hirnnerv, der paarige „Gehörnerv", welcher gleichfalls vom Boden der vierten Hirnhöhle entspringt, dient zum Hören und verbreitet sich im Innern (Labyrinth) des Gehörorgans; er ist der alleinige Vermittler der Gehörswahrnehmungen. Innere Erregung dieses Nerven ruft Gehörsphantasmen oder subjective Schall- und Tonempfindungen (von Sausen, Summen, Glockenläuten, Singen u. s. f.) bei offenem und verstopftem Ohre hervor.

Das neunte Hirnnervenpaar, der „Zungenschlundkopfnerv", entspringt zum Theil gemeinsam mit dem zehnten Hirnnervenpaar (in der vierten Hirnhöhle und im verlängerten Marke), verläßt durch das Drosselloch die Schädelhöhle und verbreitet sich mit einem Aste in der Zunge, mit einem andern im obersten Theile des Schlundkopfes. Er ist ein aus sensiblen und motorischen Fasern gemischter Nerv; sein Zungenast vermittelt die Geschmacksempfindungen der Zungenwurzel und des weichen Gaumens, der Schlundkopfast die Bewegungen des Gaumens und Schlundkopfes. — Er steht in reflectorischer Beziehung zur Speichelabsonderung und zum Schluckacte.

Das zehnte Hirnnervenpaar, der „Vagus oder herumschweifende Nerv oder Lungenmagennerv", ist ein gemischter Nerv, der gleichfalls aus dem verlängerten Marke entspringt. Seine motorischen (zum Theil dem Beinerven angehörigen) Fasern treten zum Kehlkopfe, zur Luftröhre und deren Zweigen, zur Speiseröhre und dem Magen. Die sensiblen Fasern vermitteln die Empfindung im äußern Gehörgange, im ganzen Athmungsapparate, am Herzen, im obersten Stücke des Verdauungsapparates bis zum Magenausgange. Außer den motorischen und sensiblen Fasern besitzt der Vagus auch noch Hemmungsnervenfasern für die Herzbewegungen. Durch den Vagus wird ver-

Fig. 53.




Gesichtsnerven. a. Gesichtsnerv. b. Stirn-Oberaugenhöhlennerv. c. Ohr-Schläfennerv. d. Kinnnerv. e. Unteraugenhöhlennerv. f. Hinterhauptsnerv. g. Großer Ohrnerv, kleiner Hinterhauptsnerv und Halshautnerven.

anlaßt: Stimmritzen-, Speiseröhren- und Magenkrampf, Hustenkitzel und Husten, Hunger- und Durstgefühl.

Das elfte Hirnnervenpaar, der „Beinerv", nimmt seinen Ursprung vom obern Theile des Rückenmarks innerhalb der Wirbelsäule, steigt von hier erst in die Schädelhöhle hinauf, nimmt in der Nähe des Vagusursprunges Hirnfasern auf und tritt zum größten Theile in den vorigen Nerven ein, diesem

Bewegungsfasern zuführend. Er selbst vermittelt die Bewegungen einiger Nackenmuskeln (Nackenstarre), nach Manchen auch die der Kehlkopfsmuskeln.

Das zwölfte Hirnnervenpaar, der „Zungenfleischnerv", ist der Bewegungsnerv für sämmtliche Zungenmuskeln, führt aber auch empfindende Fasern. Krampf und Lähmung desselben erzeugt Stammeln. Die meisten seiner Fasern entspringen im verlängerten Marke.

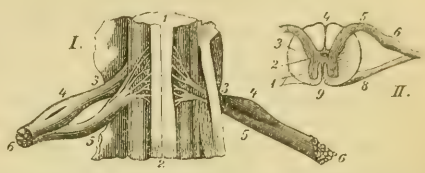
## Rückenmark und Rückenmarksnerven.

Das Rückenmark (s. S. 170 Taf. V. Fig. D.), ein im Rückgratskanale der Wirbelsäule befindlicher Nervenstrang, ist ein Nervencentrum, welches zusammengesetzte Bewegungen veranlaßt, sobald es von einem zuleitenden Nerven dazu angetrieben wird. Auf dieser Eigenschaft des Rückenmarks, Reflexbewegungen (s. S. 166) zu verursachen, scheint dessen hauptsächlichste Thätigkeit zu beruhen. Es vermittelt aber daneben auch Eindrücke (Erregungen) von und nach dem Gehirn, insofern es die Leitungsbahnen für alle willkürlichen Bewegungen des Rumpfes und der Extremitäten sowie für alle Empfindungen in diesen Theilen nach dem Gehirn zu enthält. Es finden sich zu diesem Behufe im Rückenmark eine große Menge von Nervenfasern, die entweder der Empfindung oder der willkürlichen Bewegung dienen und in der grauen Substanz des Rückenmarks endigen, durch diese aber mit dem Gehirn in Verbindung stehen.

Das Rückenmark stellt einen plattrundlichen kleinfingerdicken, beim Erwachsenen 35—40 Centimeter langen Strang dar, welcher, wie das Gehirn, in einen von drei um einander herumliegenden Häuten gebildeten Sack eingehüllt, in der Rückgratshöhle der Wirbelsäule seine Lage hat. Mit seinem obern dicken Ende steht es durch das verlängerte Mark mit dem großen und kleinen Gehirn in Verbindung; sein unteres Ende bildet in der Gegend des 2. Bauchwirbels eine stumpfe Spitze (den Rückenmarkszapfen), die sich aber noch in einen langen dünnen, bis zum Ende des Rückgratskanales herablaufenden Faden (den Rückenmarksfaden) fortsetzt. — Durch einen vordern und einen hintern, in der Mittellinie sich herabziehenden Einschnitt ist das Rückenmark in eine rechte und eine linke Hälfte getheilt, von denen eine jede wieder durch zwei seichte Eindrücke in drei Stränge zerfällt. In jeden dieser Einschnitte erstreckt sich die weiche Hirnhaut, welche die Trägerin der Blutgefäße ist. An zwei Stellen zeigt sich das Rückenmark etwas angeschwollen; die obere oder Halsanschwellung befindet sich in der Gegend der unteren Halswirbel und dient den Armnerven zum Ursprunge; die untere oder Lendenanschwellung sitzt dicht über dem Rückenmarkszapfen und hilft mit den unteren Rückenmarksnerven den sogenannten Pferdeschweif bilden. — Die Nervenmasse ist im Rückenmarke in der Weise vertheilt, daß die weiße,

nur aus Fasern (und zwar aus horizontalen, schräg verlaufenden und Längenfasern) bestehende Substanz am äußern Umfange desselben liegt und die drei Seitenstränge bildet, während die graue, fast zu gleichen Theilen aus Zellen und Fasern zusammengesetzte Substanz das Innere, den Kern des Rückenmarks abgiebt. Die centrale graue Substanz des Rückenmarks erscheint auf dem Querschnitte in Gestalt eines großen lateinischen H oder zweier Halbmonde (jeder mit einem vordern und einem hintern Horne), welche durch eine Brücke (graue Commissur) an ihren Convexitäten verbunden sind. Im Mittelpunkte dieses Kernes (der grauen Commissur) befindet sich ein Kanal der Rückenmarkskanal, welcher nach oben mit der Rautengrube der vierten Hirnhöhle im Zusammenhange steht. Das Verhältniß der weißen zur grauen Substanz ist an den verschiedenen Stellen des Rückenmarks wechselnd; die weiße Substanz nimmt von unten nach oben allmählich zu. — Die drei Rückenmarkshäute sind Fortsetzungen der gleichnamigen Häute des Gehirns; wie beim Gehirne findet sich zu äußerst die feste sehnige harte Rückenmarkshaut, unter dieser nach innen die dünne seröse Spinnwebenhaut und dicht auf dem Rückenmarke auf, also zu unterst, die gefäßreiche, zellgewebige, weiche Rückenmarkshaut. Auch hier findet sich wie beim Gehirne Flüssigkeit (die Hirn-Rückenmarksflüssigkeit) zwischen der Spinnweben- und weichen Hirnhaut, im sogen. Arachnoidealraum, und bildet eine schützende Umhüllung des Rückenmarks.

Fig. 54.




Das Rückenmark. I. Vorderansicht desselben im geöffneten Sacke der harten Rückenmarkshaut. 1—2. Vordere Rückenmarksspalte. 3. Hintere Wurzeln der Rückenmarksnerven mit 4. Rückenmarksknoten (Spinalganglion). 5. Vordere Wurzeln. 6. Rückenmarksnerv, durch Vereinigung der vorderen und hinteren Wurzel entstanden. II. Querschnitt durch das Rückenmark. 1. Vorderes Horn der grauen Substanz. 2. Graue Substanz mit dem Centralkanal. 3. Weiße Substanz. 4. Hintere Spalte. 5. Hintere Wurzel. 6. Spinalganglion. 7. Stamm eines Rückenmarksnerven. 8. Vordere Wurzel. 9. Vordere Spalte.

**Feinerer Bau des Rückenmarks.** Wie die des Gehirns besteht die Nervenmasse des Rückenmarks aus Nerven- und Ganglienzellen, Nervenfasern und einer verkittenden Bindesubstanz (Neuroglia), welche letztere hier sehr weich ist und ebenso die weiße wie graue Nervenmasse durchsetzt. Sie ist aus Netzen sternförmiger Bindegewebszellen gebildet und verdichtet sich nach außen zu einer Rindenschicht der weißen Substanz, welche locker mit der weichen Rückenmarkshaut zusammenhängt. Nach innen hängt sie durch fadenförmige Ausläufer mit den Oberhautzellen des Centralkanals zusammen. — Jede Nervenzelle schickt eine größere oder geringere Zahl von Fortsätzen (Protoplasmafortsätzen) aus, die sich vielfach verästeln und zuletzt in unmeßbar feine Fäserchen auflösen und verschwinden. Von diesen Fortsätzen zeichnet sich ein einzelner breiterer und verästelter Faden (der Nervenfaser- oder Axencylinderfortsatz) aus, welcher wie es scheint mit dem Kern der Zelle in Verbindung steht. Der Ganglienzellen enthaltende und vom Centralkanal durchbohrte graue

Kern des Rückenmarks sendet nach vorn und hinten je zwei graue Fortsätze in die weiße Masse hinein (d. s. die Vorder- und Hinterhörner). — Uebrigens enthält die graue Substanz außer den Zellen auch eine Anzahl von Nervenfasern, von denen die feinsten sich netzartig verbinden und in Beziehung zu den Ganglienzellen treten. — Die Fasern der weißen Substanz verlaufen entweder der Länge nach, wagerecht oder schief. Der größte Theil des Rückenmarks wird von den längsverlaufenden Fasern gebildet; sie verlaufen an der Oberfläche alle einander parallel, in den tieferen Schichten verflechten sie sich unter einander und bilden feine Bündel, von oben nach unten nehmen sie an Zahl ab. Die wagerechten und schiefen Fasern kreuzen sich vielfach und strahlen pinselförmig in die graue Substanz aus. Die Fasern der Vorder- und Hinterstränge unterscheiden sich von einander durch ihre Dicke; die Fasern der vorderen oder motorischen Nervenwurzeln sind meist viel breiter. Viele Nervenfäden der vorderen Wurzeln können bis in das vordere Horn verfolgt werden, während diejenigen der hinteren Wurzeln in das hintere Horn eintreten.

Die **Thätigkeit des Rückenmarks** besteht, wie es scheint, nur in Uebertragung der Reizung von zuleitenden und im Rückenmarke endigenden Fasern auf wegleitende oder Bewegungsfasern und zwar auf solche motorische Fasern, welche den Bewegungen in den unwillkürlich vor sich gehenden größeren Vegetationsprocessen (dem Blutlaufe, dem Athmen, der Verdauung, der Harnausscheidung, der Fortpflanzung ꝛc.) vorstehen. Auch auf das sympathische Nervensystem scheinen im Rückenmarke mannigfache Ueberstrahlungen stattzufinden. Ebenso können Reflexe von den Hirnnervenfasern des Rückenmarks auf die Rückenmarksfasern, wie auch umgekehrt übertragen werden. — Die sensible Leitung (für die Tast-, Druck-, Temperatur- und Kitzelempfindung) im Rückenmarke geschieht vorzugsweise durch die weißen Hinterstränge, die motorische Leitung durch die weißen Vorder- und Seitenstränge, wogegen die Leitung von Schmerzempfindungen und unwillkürlichen (namentlich reflectorischen) Bewegungen nur durch die graue Substanz in ihrer ganzen Ausdehnung erfolgt.

**Rückenmarksnerven.** Die vom Rückenmarke entspringenden Nerven sind sämmtlich im größten Theile ihres Verlaufes gemischte, und zwar aus centripetalen (theils im Rückenmarke, theils im Hirn endigenden), motorischen und sympathischen Fasern zusammengesetzte Nerven. Jedoch sind sie dies nicht von Anfang an, denn ein jeder Rückenmarksnerv entspringt mit zwei Wurzeln, einer stärkeren vorderen, welche die centrifugalen (motorischen), und einer schwächeren hinteren, welche die centripetalen (sensiblen) Fasern enthält (Charles Bell)*). An der hinteren sensiblen Wurzel befindet sich ein Knoten (Spinalganglion), welcher aus Nervenzellen zusammengesetzt

*) Durchschneidet man sämmtliche vordere Wurzeln einer Seite, so sind die Muskeln der entsprechenden Körperhälfte vollständig gelähmt; durchschneidet man die hinteren, so ist die Körperhälfte unempfindlich. Daß sich die beiden Wurzeln der Rückenmarksnerven so verschieden verhalten, wurde (im Jahre 1814) von dem berühmten englischen Wundarzte und Anatomen Charles Bell entdeckt und die Thatsache selbst ihm zu Ehren Bell'sches Gesetz genannt.

ist, die wahrscheinlich mit den sympathischen Nervenfasern, welche in die Rückenmarksnerven eintreten, im Zusammenhange stehen (s. S. 179 Fig. 54).

Im Allgemeinen gilt von der Verbreitung der Rückenmarksnerven Folgendes: 1. Niemals reicht der Verbreitungsbezirk eines einzelnen Rückenmarksnerven über die Mittellinie des Körpers hinaus. 2. Jeder Muskel und jedes Hautstück erhalten ihre Nervenfäden von verschiedenen Wurzeln. 3. Die sensiblen Fasern eines Rückenmarksnerven verbreiten sich an den Hautstellen, welche über den Muskeln liegen, welche von den motorischen Fasern desselben Nerven versorgt werden. 4. Die Rückenmarksnerven geben vasomotorische Fasern für die meisten Pulsadern ab. Diese Fasern sind vom Sympathicus in die Rückenmarksnerven eingetreten.

Es giebt 31 Paare Rückenmarksnerven, denn auf jeder Seite des Rückenmarks kommen zwischen den vorderen und hinteren Seitensträngen eine Menge von Nervenfäden zum Vorscheine, die sich zu zwei Wurzeln (zur vorderen motorischen und zur hinteren sensiblen Wurzel vereinigen, welche Wurzeln sehr bald, und zwar gleich hinter dem Spinalknoten der hinteren Wurzel, zu 31 Nervenstämmen (nun mit gemischten Fasern) zusammentreten. Diese Nervenstämme (Rückenmarksnerven) treten durch die Oeffnungen an der Seite der Wirbelsäule aus dem Rückgratskanale heraus, um sich dann, in einen vordern und einen hintern Ast gespalten, am Rumpfe und in den Gliedmaßen zu verbreiten. Sie geben die Bewegungsnervenfasern für sämmtliche quergestreifte Muskeln des Rumpfes und der Extremitäten ab und vermitteln die Empfindung der ganzen Körperoberfläche mit Ausnahme des Gesichts und Vorderkopfes. — Nach der Stelle, an welcher die Rückenmarksnerven aus der Wirbelsäule hervorkommen, bezeichnet man sie als: Hals-, Rücken-, Lenden-, Kreuzbein- und Steißbeinnerven.

Die Halsnerven, von denen es 8 Stück giebt, kommen an der Seite der Halswirbel zum Vorschein und verbreiten sich mit ihren Zweigen am Halse, Nacken, Ohre, Hinterkopfe, an der Achsel und am Arme. Die vorderen Aeste der 4 obersten Halsnerven vereinigen sich vorher aber zum Halsgeflechte, die 4 unteren zum Armgeflechte, welches letztere sich in die Achselhöhle herabzieht und von hier aus den Arm bis zu den Fingerspitzen herab mit stärkeren und schwächeren Nerven (Armnerven) versorgt.

Die 12 Rücken- oder Brustnerven, welche an der Seite der Brustwirbel hervortreten, begeben sich mit ihren hinteren Aesten zum Rücken, während ihre vorderen Aeste, unter dem Namen Zwischenrippennerven, zwischen den Rippen von hinten nach vorn laufen und den vordern und seitlichen Theil des Brustkastens und Bauches mit Zweigen versehen.

Die Lenden- oder Bauchwirbelnerven, 5 an der Zahl, kommen an der Seite der Lendenwirbel aus dem Rückgratskanale hervor und schicken ihre hinteren Aeste zum Rücken, während sich die vorderen Aeste derselben zum Lendengeflechte vereinigen, welches dem Bauche einige Nerven abgiebt und sich dann in den Schenkelnerven fortsetzt, der durch den Schenkelkanal (s. S. 150 Fig. I) aus der Beckenhöhle zum Schenkel heraustretend (in der Mitte der Schenkelbeuge neben der Schenkelpulsader), an der vorderen Fläche des Oberschenkels in viele Zweige ausläuft.

Von den 5 Kreuzbeinnerven gelangen aus dem Rückgratskanale heraus die hinteren Aeste durch Löcher an der hinteren Fläche des Kreuzbeines

zum Kreuze und Gefäße, während die vorderen Aeste derselben durch die vorderen Kreuzbeinlöcher in das Becken treten und hier das Hüft- oder Kreuzbeingeflecht, sowie das Mastdarm-Schamgeflecht bilden. Das Hüftgeflecht sendet Nerven zum Gefäße und läuft dann in den Hüftnerven aus, der sich an der hinteren Fläche des Oberschenkels und durch die Kniekehle hindurch zum Unterschenkel und Fuß erstreckt. Die Nerven des Schamgeflechtes sind hauptsächlich für die Geschlechtstheile, den Mastdarm und die Harnblase bestimmt.

Der Steißbeinnerv, welcher durch die untere Oeffnung des Rückgrats am Steißbein hervortritt, bildet mit seinem vordern und hintern Aste um diesen Knochen herum das Steißbeingeflecht, dessen Nerven sich in der Nähe des Afters verzweigen.

## Sympathisches oder Ganglien-Nervensystem.

Die niedrigste Abtheilung des Nervensystems, welche nur in den engeren Röhren die Thätigkeit zu vermitteln scheint und deshalb auch vasomotorisches (gefäßbewegendes) Nervensystem genannt wird, unterscheidet sich vom Gehirn- und Rückenmarks-Nervensystem vorzüglich dadurch, daß sich seine überwiegend aus markloſen, sympathischen oder organischen Fasern bestehenden Nerven nicht baumförmig wie die Hirn- oder Rückenmarksnerven, sondern netzartig und mit den Gefäßen verbreiten und außerdem noch mit einer Menge von Nervenknoten (Ganglien) in Verbindung stehen, was diesem Systeme auch den Namen des Gangliensystems verschafft hat. In diesen Ganglien finden höchst wahrscheinlich zahlreiche Reflexe (s. S. 166) statt. — Sympathisches Nervensystem wurde es deshalb genannt, weil man früher glaubte, daß durch dieses System die sogenannten Sympathien zu Stande kämen. Allerdings geschehen auch sehr oft und leicht Ueberstrahlungen (Reflexe) innerhalb dieses Nervensystems, sowie zwischen ihm und dem Rückenmarks- oder Hirnnervensysteme, so daß dadurch eine Menge von sonderbaren, ganz verschiedene Organe gleichzeitig betreffenden Erscheinungen von Nerventhätigkeit, die früher ganz unerklärlich waren, hervorgerufen werden. Auch in diesem Nervensysteme können centrifugale (motorische) und centripetale (exitomotorische) Fasern angenommen werden. Die letzteren Fasern regen durch Reflexe die ersteren zur Thätigkeit an.

Das Ganglien-Nervensystem (s. S. 170. Taf. V. Fig. E), welches theils von den sympathischen Nervenknoten, theils vom Gehirn und Rückenmarke entspringende Nervenfasern besitzt, wird von den Anatomen in den Knoten- und Geflechttheil geschieden. — Der Knotentheil, der Grenzstrang oder die Ganglienkette des Ganglionnervens, der sogenannte Sympathicus, stellt einen rechts und links dicht an der vorderen Fläche der Wirbelsäule herablaufenden Faden dar, an dem 24 bis 25, durch größere oder kleinere Zwischenräume von einander getrennte Nervenknoten angereiht sind, welche Nerven

zu den benachbarten Gefäßen und Rückenmarks- oder Hirnnerven ausschicken. Nach ihrer Lage bezeichnet man die einzelnen Abtheilungen des Fadens und seine Ganglien als Kopf-, Hals-, Brust-, Bauch- und Becken-Theile und -Knoten. — Der Geflecht- oder peripherische Theil des Gangliennervens besteht aus einer Menge netz- oder geflechtartig unter einander vereinigter Nerven, die mit dem Grenzstrange zusammenhängen und die Gefäße umspinnen. Die ausgebreitetsten Geflechte, von denen die meisten auch noch Nervenknoten eingewebt enthalten, befinden sich in der Bauch- und Brusthöhle und erhalten hier ihre Namen von den Gefäßen, mit welchen sie sich verbreiten; in der Bauchhöhle nimmt das größte oder Sonnengeflecht seine Lage hinter dem Magen rings um die große Eingeweidepulsader ein. Nur an den Gliedmaßen fehlen die Geflechte, denn hier verlaufen die sympathischen Nervenfäden mit und in den Rückenmarksnervenscheiden.

**Feinerer Bau des Sympathicus.** Die Nervenzelle des Sympathicus gleicht im Wesentlichen jener des Gehirns und Rückenmarks. Sie zeigt sich wie diese an verschiedenen Orten verschieden an Form, Größe, Zahl der Fortsätze und Kerne. Unter den Nervenfasern des Sympathicus finden sich feine, mitteldicke und marklose.

Kein einziger sympathischer Nerv scheint mit den Willensorganen (des Gehirns in directer Verbindung zu stehen, denn alle Bewegungen in den vom Sympathicus mit Nerven versorgten Theilen (Eingeweide, Herz, Gefäße, ab- und aussondernde Kanälchen) sind völlig unwillkürliche; die Seele wird somit durch den Sympathicus von der Beschäftigung mit den rein vegetativen Vorgängen gewissermaßen frei gehalten. Mit Ausnahme des (quergestreiften) Herzens beherrscht der Sympathicus nur die glatten Muskeln. — Empfindungen vermitteln seine Fasern nicht, nur wo den sympathischen Nerven markhaltige Hirnnervenfasern beigegeben sind, da ist Empfindlichkeit in den Theilen. Jedoch scheinen auch vom Sympathicus aus Reflexe auf Empfindungsfasern stattfinden zu können. Nur müssen die Reize sehr starke, krankhafte sein, bis sie zum Bewußtsein gelangen können. — Die zahlreichen rundlich gestalteten Ganglienzellen, welche sich in den Ganglien des Sympathicus vorfinden und mit denen die schmalen, feinen sympathischen Nervenfasern in Verbindung stehen, sind jedenfalls als Hauptcentralorgane zu betrachten; sie sind gleichsam als kleine Gehirne und Rückenmarke anzusehen, die ihre Bewegungen auch dann noch vermitteln, wenn die betreffenden Organe dem Einflusse der großen Nervencentra entzogen sind. So schlägt das ausgeschnittene Herz eines Geköpften durch die ihm zugehörigen Ganglien noch eine Zeit lang fort. — Uebrigens treten viele sympathische Nervenfasern mit in die Nerven des Gehirns und Rückenmarks ein. Neuere Untersuchungen haben dargethan, daß alle Gefäßnerven des Körpers sich durch das Rückenmark hindurch bis in das verlängerte Mark des Gehirns verfolgen lassen, wo ein gemeinschaftliches Centralorgan für alle gelegen sein soll.

Die Thätigkeit des Ganglien-Nervensystems ist demnach eine reflectorische (vielleicht auch automatische) und besteht blos in Erregung von Zusammenziehung der glatten Muskelfasern in den Wänden der Eingeweidekanäle, der Blut- und Lymphgefäße, der ab- und aussondernden Kanälchen. In Folge dieser Zusammenziehung verengern sich die genannten Kanäle und Röhrchen und drücken ihren Inhalt fort; dagegen erweitern sie sich, sobald ihre Nerven- und

Muskelfasern gelähmt werden. — Außer den Reflexvorgängen im Gangliensystem finden durch den Sympathicus auch Hemmungen von Bewegungen statt. So ruft er ebenso die rhythmischen Bewegungen des Herzens hervor, wie er auch hemmend auf diese Bewegungen einwirkt. Es geht diese Hemmung von den Herz-Ganglien selbst aus und auf diese besitzt der Vagus (das zehnte Hirnnervenpaar) insofern Einfluß, als seine Erregung die Thätigkeit dieses Reflexhemmungscentrum steigern, so aber Verlangsamung und schließlich völliges Aufhören der Bewegungen des Herzens veranlassen kann. Der Vagus wird deshalb auch als Hemmungsnerv des Herzens bezeichnet. — Auch der sogen. große Eingeweidenerv, welcher von Brustganglien des Sympathicus entspringt, ist ein Hemmungsnerv, denn Reizung desselben hebt die wurmförmigen Bewegungen des Darmes auf. Noch kann man sich keine Vorstellung von der Wirkungsart der Hemmungsnerven machen. — Wie im Gehirn- und Rückenmarks-Nervensystem scheinen auch im sympathischen Nerven Coordinations-Mittelpunkte für solche Nerven zu existiren, die sich zu den Muskeln einer zweckmäßigen Bewegungsgruppe hinziehen, so daß sie dadurch leicht durch einen einzigen äußern Anstoß in Gesammtthätigkeit gerathen können. Die Thätigkeit des Herzens, die wurmförmigen Zusammenziehungen des Darmes, die Contractionen mancher Eingeweide, der Gebärmutter bei der Geburt, gehören hierher. —

Wegen des innigen Zusammenhanges des Gangliennervensystems mit dem Gehirn- und Rückenmarks-Nervensysteme finden auch von diesen letzteren Systemen aus sehr häufig Einwirkungen auf das Gefäßsystem (als Ueberstrahlungen, Mitbewegungen) statt, wie das Blaß- und Rothwerden, sowie vermehrte Absonderungen bei Gemüthsbewegungen, der Einfluß der Gemüthsstimmung auf die Herzbewegung und die Verdauung und ähnliche Vorgänge darthun.

## Das Nervensystem bei den Thieren.

Die **Urthiere** oder **Protozoen**, deren organloser Körper nur aus Protoplasma besteht, besitzen kein Nervensystem. Dem Protoplasma, welches aber trotzdem für Reize mechanische, elektrische und chemische empfänglich ist, muß daher Empfindung, wenn auch der denkbar niedrigsten Art, zugeschrieben werden. — Unter den Pflanzenthieren besitzen nur die Polypen und Rammquallen Andeutungen eines Nervensystems. — Bei etwas höherer Entfaltung des Nervensystems, wie bei den **Würmern**, findet sich ein Centralorgan in Gestalt von Nervenknoten (Ganglien und zwar meist um das Anfangsstück des Darmkanals herum oder doch immer im vordern, dem Kopfe entsprechenden Körpertheile und bildet so die mit einander im Zusammenhang stehenden „Gehirnganglien" oder „Schlundknoten" und den „Nervenschlundring". Von diesen Centralorganen gehen meist zwei Längsnervenstämme aus, welche den Seitenrändern des Leibes folgen und in ihrer Länge von jener des Körpers abhängig sind. Bei den höheren Würmern mit ausgebildeterem Schlundganglien findet sich statt der zwei Längsnervenstämme ein „Bauchstrang" wie bei den Sternwürmern oder es bildet sich durch Annäherung der beiden, für jedes Gliedstück mit je einem Ganglienpaare besetzten Hauptstämme ein neues Centralorgan, die „Bauchganglienkette" oder das „Bauchmark" wie bei den Ringelwürmern. Bei den Manteltbieren findet die Entwickelung des Nervensystems im Wesentlichen so wie bei den Wirbelthieren

statt. Sie besitzen in ihren Jugendzuständen die Anlage des Rückenmarkes und nähern sich dadurch, sowie durch die Andeutung einer Chorda (s. S. 135) von allen Wirbellosen den Wirbelthieren am meisten. — Die Nervenstämme der **Sternthiere** entsprechen in ihrer Anzahl den Strahltheilen der Thiere und sind um den Schlund herum durch einen Ring verbunden, welcher aber nicht dem Schlundringe der Würmer, Glieder- und Weichthiere entspricht, und nur bei den Seegurken als Centralorgan gedeutet werden kann. Die Centralorgane sind in den Anschwellungen der, mit den sogen. Ambulacralgefäßen verlaufenden Nervenstämme zu suchen, von denen ein jeder dem Bauchmarke der Ringelwürmer entspricht. — Das Nervensystem der **Gliederthiere** stimmt in der Hauptsache mit jenem der Ringelwürmer überein. Es findet sich das über dem Schlunde liegende „Kopf- oder Gehirnganglion", welches sich mit einem untern Ganglion zu einem „Nervenschlundring" vereinigt. Von dem untern Ganglion geht eine „Bauchganglienkette" aus. Das Uebergewicht des Kopfganglions ist sehr ausgesprochen und steht in Beziehung zu höher entwickelten Sinnesorganen (besonders Sehorganen). — Das Nervensystem der **Mollusken** hat, wie dasjenige der Gliederthiere Anknüpfungspunkte bei den Würmern. Das Centralorgan, der sogen. „Schlundring", wird von den oberen (am Anfange des Darmkanals liegenden) und den unteren „Schlundganglien" gebildet. Das peripherische Nervensystem entspringt aus dem Schlundringe und ist häufig mit kleinen Ganglien verbunden. Ein besonderes „sympathisches oder Eingeweidenervensystem" entspricht in der allgemeinen Anlage ähnlichen, schon bei Würmern und Gliederthieren angedeuteten, Einrichtungen. Bei den Kopffüßlern (Kraken oder Tintenfischen) sind die, den Schlundring bildenden Ganglien sehr dicht an einander gelagert und werden zum größten Theil von einer knorpeligen Schädelkapsel aufgenommen.

Um das Nervensystem der **Wirbelthiere**, welches als hohe Ausbildung der oberen Schlundganglien (des Urbirns) der Wirbellosen erscheint, in seiner allmählichen Vervollkommnung besser kennen zu lernen, ist es nothwendig, der Entstehung und Entwickelung desselben kurz Erwähnung zu thun. — Das centrale Nervensystem entsteht bei den Wirbelthieren, wie bei den Wirbellosen, stets an der Oberfläche des Körpers, und zwar entweder aus dem Exoderm der niedrigen Thiere oder aus dem äußern Keimblatte der höheren Thiere. Bei allen Wirbelthieren besteht die erste Anlage des Centralnervensystems in einer aus dem äußern Keimblatte gebildeten Schicht („Medullarplatte"), welche sich allmählich zu einem nach oben offenen Halbkanal, zu einer Rinne umgestaltet. Im Verlaufe der weiteren Entwickelung gestaltet sich die Rinne zu einem Rohr „Medullarrohr", welches sich von der Oberfläche des Körpers abtrennt und in die Tiefe des Körpers einbettet. Bei den Schädellosen (dem Amphioxus) bleibt das Nervensystem als Medullarrohr bestehen, während sich bei den Schädelthieren von dem vordersten Theil desselben das Gehirn als blasenförmige Auftreibung sondert und der übrige Theil als Anlage des Rückenmarks erscheint. Das Gehirn entsteht bei allen Schädelthieren (einschließlich des Menschen) in der Weise, daß sich erst drei, dann fünf auf einander folgende Blasen („Gehirnblasen") bilden, welche in ihren Wandungen und durch die mit Flüssigkeit gefüllten Höhlen zusammenhängen. Die erste, größte und wichtigste Blase, das „Vorderhirn", theilt sich sehr bald der Länge nach in zwei Hälften und bildet die Halbkugeln (Hemisphären) des großen Gehirns, welche der Sitz der höheren Geistesthätigkeiten sind. Das Vorderhirn entwickelt sich um so mehr auf Kosten der übrigen Hirnblasen, je höher die geistige Thätigkeit des betreffenden Wirbelthieres entwickelt ist. Die zweite Blase, das „Zwischenhirn", bildet sich später zur Umgebung der dritten Hirnhöhle und den Sehhügeln um. Aus der dritten Hirnblase, dem „Mittelhirn", gehen die Vierhügel hervor. Die vierte Blase, das „Hinterhirn", bildet das kleine Gehirn, während aus der fünften Blase, dem „Nachhirn", das verlängerte Mark entsteht. In den frühen Entwickelungsstadien gleicht sich das Gehirn aller Schädelthiere und zu bestimmten Zeiten sind bei den Embryonen der verschiedenen Säugethiere, Vögel und Reptilien die Gehirne nicht von einander zu unterscheiden. — Mit der allmählich sich steigernden Vervollkommnung des Gehirns in den verschiedenen Wirbelthierclassen nehmen die genannten Hirnabschnitte immer mehr an Größe und Ausbildung (doch nicht überall und alle im gleichen Maße) zu, das ganze Gehirn wird größer und schwerer, und seine anfangs glatte Oberfläche bekommt Einbrücke, Vertiefungen und wulstige Windungen, deren Zahl fortwährend wächst, bis endlich das Menschenhirn die ausgeprägtesten und zahlreichsten Windungen besitzt. Die Windungen entstehen dadurch, daß die an Umfang zunehmende Oberfläche des Hirns sich in die Länge und Breite ausznbehnen durch die Schädelkapsel gehindert ist und sich deshalb in Falten zu legen gezwungen wird. Da nun die Rinde des Gehirns aus grauer, vorzugsweise von Nervenzellen gebildeter Nervensubstanz besteht, so wird bei dieser Faltung auch die graue, hauptsächlich die geistige Hirnthätigkeit vermittelnde Nervensubstanz an Masse zunehmen müssen. Daraus folgt nun aber, daß der Mechanismus der geistigen Thätigkeit für um so vollkommener zu schätzen ist, je tiefer und zahlreicher die Hirnfurchen, je geschlängelter, zahlreicher und gewölbter die Hirnwindungen und je dicker die graue Hirnrinde ist. — Von den Fischen bis zum Menschen herauf wachsen die Hemisphären des großen Gehirns immer mehr nach hinten, und bedecken bei den Amphibien noch nicht die Sehhügel, bei den Vögeln noch nicht die Vierhügel, bei den meisten Säugethieren noch nicht das kleine Gehirn. Erst bei den Affen ist dies der Fall, welche sich dadurch (am meisten die Anthropoiden) dem Menschen nähern. — Das Rückenmark steht bezüglich seiner Größe im umgekehrten Verhältniß zur Ausbildung des Gehirns, wie es denn auch auf niederen Stufen das Gehirn an Masse übertrifft. — Das peripherische Nervensystem geht aus dem Gehirn und Rückenmark hervor und auch da, wo es sich in Verbindung mit zahlreichen Ganglien, als sympathisches oder Eingeweide-Nervensystem zu einer gewissen Selbstständigkeit erhebt, steht es doch mit den genannten Centralorganen in Verbindung.

Das niedrigste Wirbelthier, der Amphioxus, besitzt noch kein Gehirn. — Bei den Fischen und Amphibien ist das Gehirn vom Rückenmarke noch nicht sehr scharf abgegrenzt und in seiner Lage nur als eine Verlängerung des letzteren zu betrachten. Bei den Fischen füllt das Gehirn die Schädelhöhle fast nur zum kleinsten Theile aus und besteht hauptsächlich aus einem Vorder- und Hinterhirn, während das Zwischen- und Mittelhirn, was bei den Amphibien (Fröschen, Kröten)

schon weit deutlicher ausgedrückt ist, sich nur schwach entwickelt zeigt. In beiden Thierklassen gehen die Riech- und Sehnerven aus lappenähnlichen Anschwellungen hervor. — Schon viel bedeutender sind die Veränderungen am Hirne der Reptilien (Schildkröten, Eidechsen, Schlangen, Krokodile), denn die beiden Hälften (Hemisphären) des Vorderhirns stellen ziemlich beträchtliche Anschwellungen vor, das Zwischen- und Mittelhirn bilden sich immer mehr und mehr zu den Seh- und Vierhügeln um, während das kleine Gehirn sehr verschiedene Grade der Entwickelung zeigt.

Bei den Vögeln sind die Veränderungen, welche am Reptiliengehirn auftraten, noch weit auffälliger, bis endlich bei den Säugethieren das große oder Vorderhirn weit über die übrigen Hirnabtheilungen überwiegt, sich besonders nach hinten vergrößert und so das Mittel- und selbst zum Theil das kleine Gehirn bedeckt. Bei sehr vielen Säugethieren ist das große Gehirn noch mit glatter Oberfläche (bei den Beutelthieren, mehreren Nagern u. a.), während sich bei anderen eine geringere oder größere Anzahl von Vertiefungen und Windungen wahrnehmen läßt. Den größten Sprung in der allmählichen Vervollkommnung seiner Bildung macht das Gehirn nicht zwischen Thier und Mensch, sondern zwischen den sogen. Beutelsäugethieren und den sogen. plätentalen Säugethieren (mit Mutterkuchen), indem bei letzteren ein ganz neues Hirngebilde, der Balken oder die große Commissur auftritt und die beiden vorher getrennten Hälften des großen Gehirns mit einander verbindet. — Die sogen. Sylvische Grube oder Spalte, welche das vordere Hirn in einen Stirn- und einen Schläfenlappen sondert, findet sich außer bei den Menschen nur noch bei den Affen und Makis.

Das Gehirn des Affen (der großen menschenähnlichen Affen, Anthropoiden) unterscheidet sich von dem des Menschen hauptsächlich in folgenden Punkten: 1. bei dem Affen ist das Gehirn im Vergleich zu den von ihm ausgehenden Nerven kleiner als bei dem Menschen; 2. bei dem Affen ist das große Gehirn im Vergleiche zu dem kleinen nicht so entwickelt als bei dem Menschen; 3. bei dem Affen sind die Windungen und Furchungen weniger verwickelt als bei dem Menschen; 4. die Großhirnhälften sind bei dem Menschen mehr rund und tief, die Verhältnisse der einzelnen Lappen unter einander mehr verschieden. Endlich fehlen dem Affengehirn gewisse Windungen und Furchen ganz oder sind nur in rudimentärem Zustande vorhanden. Der Hauptunterschied zwischen Affen- und Menschengehirn bleibt aber immer der, daß die vorderen oder Stirnlappen des großen Gehirns, welche in ganz besonderer Beziehung zur Intelligenz stehen und neuerdings als der eigentliche Sitz der Organe für die Sprachfähigkeit erkannt worden sind, beim Affen in ihrer Entwickelung sehr zurückbleiben, was sich äußerlich schon an der schmalen, zurücktretenden Stirn erkennen läßt.

Der feinere Bau des Nervengewebes ist bei den niederen Thieren noch nicht genau bekannt, doch sind die Formelemente wie bei den höheren Thieren und dem Menschen Ganglienzellen und Nervenfasern. — Bei manchen Fischen (Zitterwels, Torpedo) finden sich die sogen. „elektrischen Organe". Nach den neuesten Untersuchungen bestehen diese Organe, welche einer Volta'schen Säule gleichen, aus Plattenpaaren zweier verschiedener Gewebe. Die eine Platte eines jeden Elementes besteht aus Muskelprotoplasma, die andere nervöse Platte kann als Ausbreitung der in jedes Plattenpaar eintretenden Nerven betrachtet werden. Eine dem feuchten Leiter der Volta'schen Säule vergleichbare Bindesubstanz trennt die einzelnen Plattenpaare. Der aus zahlreichen Platten bestehende elektrische Apparat hat beim Zitteraale seine Lage im Schwanze, beim Zitterwelse an der unteren Seite des Körpers, bei den übrigen elektrischen Fischen zwischen Kopf und Brustflosse.

## IV. Die Quellen des Lebens und der Kraft.

Die **Sonne** mit ihren Licht, Farbe und Wärme spendenden Strahlen, mit denen auch noch elektrische und chemische Strahlen innig verbunden sind, unterhält alles Leben, Wandeln und Werden auf unserer Erde. Denn Wärme und Licht sind ebenso unentbehrlich für unser Dasein, wie die Luft und das Wasser. Die Wärme bringt aber das Wasser zum Verdunsten und dadurch in einen steten ununterbrochenen Kreislauf: ohne Wasser hört alles Leben auf und Erstarrung tritt ein; ohne Wasser würde die ganze Erde eine todte unveränderliche Masse sein. Das Licht ist insofern die Urquelle des Lebens, als nur unter seinem Einfluß die Pflanzen durch Zersetzung der für Thiere und Menschen schädlichen Kohlensäure die sogen. Lebensluft, den in der Atmosphäre enthaltenen Sauerstoff, entwickeln können. Der letztere ist aber deshalb ein für das Leben unentbehrlicher Stoff, als nur durch

ihn diejenigen Verbrennungsprocesse, denen wir das Leben verdanken, zu Stande kommen.

Die Sonne kann deshalb Licht und Wärme spenden, weil auf diesem Weltkörper fortwährend eine gewaltige Verbrennung vor sich geht, welche den das Weltall erfüllenden Aether in zitternde Bewegung versetzt.

Die Stoffe, welche auf der Sonne verbrennen, sind, wie die Spectralanalyse (von Bunsen und Kirchhoff), sowie die Astrophotometrie (Sternlichtmessung von Zöllner) gelehrt haben, ganz ähnliche, wie sie auch auf unserer Erde angetroffen werden, ganz besonders Natrium, Eisen, Calcium, Magnesium, Nickel 2c.*). — Es entströmen nun aber dem feurigen Umfange der Sonne (Photosphäre) nicht etwa äußerst feine, flüssige oder aus höchst feinen Molecülen bestehende Materien, als Licht- und Wärmestoff u. s. w. (Emanationstheorie), sondern die Schwingungen der Sonnenmolecüle übertragen sich auf den Aether und pflanzen sich durch denselben nach den Gesetzen der Wellenbewegung nach allen Richtungen hin im Weltenraume fort (d. i. die Undulations-, Oscillations- oder Vibrationstheorie nach Huyghens und Euler). Man hat sich also einen Sonnenstrahl als eine von der Sonne zur Erde gehende gerade Linie zu denken, in welcher sich der Aether in fortschreitender wellenförmiger (schwingender, zitternder) Bewegung befindet. Die verschiedenen Eigenschaften des Strahles, hinsichtlich seiner Zusammensetzung aus Licht-, Wärme-, elektrischen und chemischen Strahlen (Wellen-, Aetherschwingungen) beruhen nur auf der Beschaffenheit und Geschwindigkeit seiner Wellen. So hängt die bestehende Farbe eines Lichtstrahles nur davon ab, wie lang seine einzelnen Wellenschwingungen sind und wie rasch sie auf einander folgen; die Wärmestrahlen (die ultrarothen Strahlen) liegen über das Roth des Spectrums hinaus; die chemischen (die ultravioletten Strahlen) schließen sich an die violetten an und können als bläulich-weiße dargestellt

* Wenn ein Sonnenstrahl, der an sich weiß ist, durch ein Prisma keilartig geschliffenes Glas fällt, so erleidet er bekanntlich eine dreifache Veränderung: 1) er wird gebrochen geht nicht in gerader Linie, sondern seitlich hindurch); 2) er wird breiter (zerstreut) und 3) er wird in 7 Farben roth, orange, gelb, grün, hellblau, dunkelblau und violett) zerlegt. Dieses Regenbogen-Farbenbild wird Spectrum (Sonnenspectrum) genannt. Betrachtet man das Sonnenspectrum durch ein starkes Vergrößerungsglas, so zeigen sich inmitten der schönen hellen Farben äußerst feine dunkle Linien, welche zum Theil wieder aus sehr feinen Linien zusammengesetzt sind. Diese Linien werden nach ihrem Entdecker Frauenhofer'sche Linien genannt. Sie erscheinen aber nicht immer dunkel. Leuchtende Gase, also Flammen, erzeugen im Spectrum, je nach der Art der Flamme, farbige, helle Linien. Treten aber durch eine Gasflamme Lichtstrahlen, die von einem hinter ihr befindlichen weißglühenden festen Körper herkommen, so finden sich im Spectrum, genau an der Stelle jener hellen Linien, welche die Gasflamme für sich allein erzeugen würde, dunkle Linien. Leuchtende, feste Körper erzeugen ein Spectrum, welches weder von farbigen noch von dunklen Linien durchzogen ist und deshalb continuirliches Spectrum genannt wird. Jedes chemische Element erzeugt, wenn es verbrannt wird, sein ihm eigenthümliches Spectrum; die Farbe, Anzahl und Stellung der Frauenhofer'schen Linien in einem Spectrum geben ganz genau den chemischen Grundstoff an, welcher eben verbrennt und sein Licht durch das Prisma schickt, und hierauf beruht die Spectralanalyse. Mit Hülfe der Spectralanalyse erklärt man die dunklen Frauenhofer'schen Linien des Sonnenspectrums dahin, daß die Sonne aus einem weißglühenden Kerne besteht, der von einer leuchtenden, aus glühenden Gasen und Dämpfen bestehenden Atmosphäre umgeben ist. Der Kern der Sonne würde für sich allein ein continuirliches, die Atmosphäre für sich allein ein Spectrum mit farbigen Frauenhofer'schen Linien liefern. Das Vorhandensein der beiden Lichtquellen bedingt die dunklen Frauenhofer'schen Linien des Sonnenspectrums. Durch Vergleichung der farbigen Linien, die sich beim Verbrennen der uns bekannten chemischen Elemente im Spectrum zeigen, mit den entsprechenden dunklen Linien des Sonnenspectrums hat sich ergeben, daß in der Sonnenatmosphäre die Dämpfe der oben genannten chemischen Elemente enthalten sind. — Die Astrophotometrie hat dagegen gelehrt, daß ein Stoff, aus welchem ein leuchtender oder sein erhaltenes Licht zurückwerfender und verschluckender Körper besteht, verschiedene, aber ganz bestimmte Lichtgrade zeigt. Als Photometer wird bei dieser Lichtmessung der Gestirne eine Pherogentlampe von constantem Lichte mit astronomischen Fernröhren in Verbindung gesetzt. — Die Sonne selbst steht ebensowenig still, wie unsere Erde, denn auch sie dreht sich um ihre Axe (in 25 Tagen 5 St. 38 Min.) und um den im Sternbild des Herkules liegenden Schwerpunkt unseres Sternsystems (nach Mädler in 22 Millionen Jahren). Unsere Erde dreht sich, wie bekannt, von West nach Ost in 23 Stunden 56 Minuten 4 Secunden um ihre Axe und läuft $4^{7}/_{10}$ Meilen in der Secunde in $365^{1}/_{4}$ Tagen um unsere Sonne.

werden. Die thermische Wirkung beschränkt sich aber, wie neuere Beobachtungen gelehrt, nicht ausschließlich auf die ultrarothen, und die chemische Wirkung nicht ausschließlich auf die ultravioletten Strahlen, sondern chemische Vorgänge können von Strahlen verschiedener Brechbarkeit hervorgerufen werden, je nach der Art des chemischen Processes. Die stark brechbaren ultravioletten Strahlen wurden nur deshalb vorwiegend als chemische bezeichnet, weil Silbersalze, Chlorknallgas und andere unorganische Verbindungen sehr lebhaft von ihnen verändert werden. Dagegen werden die chemischen Vorgänge in der Pflanze vorzugsweise von den wenig brechbaren rothen, orangegelben Strahlen hervorgerufen. — Die innige Verbindung des Lichts, der Wärme und Elektricität in einem Sonnenstrahl läßt sich dadurch beweisen, daß Wärme und Elektricität unter veränderten Bedingungen ihrer Schwingungen sich in das intensivste Licht umwandeln können. Das Knallgas z. B. brennt mit einer fast lichtlosen Flamme, erzeugt aber eine ganz enorme Wärme; leitet man die Flamme auf Thon oder ungelöschten Kalk, so entsteht ein ganz unerträglich starkes Licht. Ebenso lassen sich elektrische Schwingungen in die intensivsten Lichtschwingungen umwandeln, wenn ein starker elektrischer Strom durch Kohlenspitzen geleitet wird, worauf das Wesen der elektrischen Beleuchtung beruht.

Alle auf Erden wirkenden Kräfte, die verschiedensten durch diese Kräfte hervorgerufenen Erscheinungen, alle irdischen Thätigkeiten, kurz alles Leben, Bewegen und Thätigsein, alles Schaffen und Walten in der Natur verdanken wir der Wärme. Sie ist die wichtigste der Naturkräfte, denn es giebt fast keinen Vorgang in der Natur, wo nicht Wärme betheiligt wäre und ohne sie wäre das Dasein und Fortbestehen aller lebenden Wesen ganz unmöglich. Und alle diese Wärme wird schließlich von der Sonne geliefert und die vielfältigen Kräfte unseres Erdballs sind nur verschiedene Formen der Sonnenkraft. Denn nach dem Gesetze der Erhaltung der Kraft (s. S. 91) kann die Wärme in die verschiedenartigsten Spann- und lebendigen Kräfte in Massen- wie Molecularbewegung übergeführt werden, dadurch aber in mechanische Bewegung und Elektricität übergehen. An der Wärme wird in der That die Erhaltung der Kraft am deutlichsten sichtbar, besonders bei Umsetzung derselben in mechanische Kraft und umgekehrt.

Zwischen dem Augenblicke, wo die Sonnenkraft verbraucht wurde und dem, in welchem eine äquivalente (gleichwerthige) Kraft zur Thätigkeit kommt, liegt oft ein sehr bedeutender Zeitraum, so daß diese Kraft in gewissen Körpern aufgespeichert (latent) erscheint. Unsere Steinkohlen z. B. sind Ueberreste gewaltiger Wälder, die lange vor dem Menschen auf Erden bestanden. Durch geologische Umwälzungen unter das Wasser gebracht, haben sie unter hohem Druck und bei Luftabschluß eine langsame Zerstörung erlitten, wobei ihr Kohlenstoff frei wurde. Jedes Kilogramm Steinkohle rührt von einem Quantum Kohlensäure her, welches die Pflanzen dieser Wälder dereinst vor unmeßbaren Zeiten unter dem Einflusse der Sonne zersetzt haben, und diese Zersetzung hat eine Kraft erfordert, die im Stande wäre, ein Kilogramm zu der Höhe von 3400 Kilometern zu erheben. Und wenn wir heutzutage die Kohlen verbrennen, so finden wir diese Kraft wieder: sie war unversehrt darin aufbewahrt, und wir benutzen sonach jetzt noch die Wärme, welche die Sonne vor Millionen von Jahren der Erde zugesandt. Wir nutzen diese alte Kraft dann vollständig aus, wenn wir uns durch die Feuerung nur Wärme verschaffen

wollen: sobald sie aber zur Ausführung einer mechanischen Arbeit verwandt werden soll, so wissen wir, daß es bei unseren Maschinen nicht möglich ist, das Freiwerden einer beträchtlichen Menge fühlbarer Wärme zu vermeiden, und alle durch die Verbrennung erzeugte Wärme in Arbeit zu verwandeln. Mit einem unter dem Dampfkessel verbrannten Kilogramm Kohlen können wir das Gewicht eines Kilogramms etwa zu der Höhe von 135 Kilometern aufheben. Der größte Theil der Kraft hat sich in der Form von Wärme entwickelt Cazin. So wie bei der Arbeit der Maschine, verhält es sich auch bei Entwickelung von Bewegungen im menschlichen thierischen Körper: auch hier bestätigt sich, wie dort, das große, allgemeingültige Princip der Erhaltung der Kraft. Die im Innern unseres Körpers stattfindenden Vorgänge, wie Ausdehnung, Schmelzung, Lösung, chemische Verbindung Oxydation, entsprechen einer auf die Körper-Molecüle gerichteten Arbeit und sind daher stets von Wärmeerscheinungen begleitet.

Die Wärme ist nun aber ebensowenig wie das Licht ein Stoff, ein Fluidum, sie ist nicht, wie man früher annahm, ein höchst feiner, alles durchdringender Stoff sogen. Wärmestoff der früheren Naturforscher, sondern eine vorübergehende Bewegungserscheinung, das Resultat der Molecularbewegung d. h. der Vibration Schwingung der kleinsten Körpertheilchen oder Molecüle. Darnach ist ein warmer Körper ein solcher, dessen einzelne kleinste Theilchen sich in einer bestimmten Vibration befinden, und die Fortpflanzung der Wärme durch Berührung ist die Mittheilung einer Bewegung durch Anstoß, das Abkühlen ein Zuruhekommen. Da Wärme nur eine Bewegungserscheinung ist, so muß natürlich ein warmer Körper eben so schwer sein, wie ein kalter.

Im gewöhnlichen Leben versteht man unter Wärme die Kraft, welche in unserm Körper Empfindungen erzeugt, die wir als heiß, warm, lau, kühl und kalt bezeichnen. Heiß und warm nennen wir einen Körper, wenn er uns sehr viel oder viel Wärme abgiebt wenn der Körper wärmer ist als wir: kühl und kalt, wenn er uns Wärme entzieht wenn wir wärmer sind als der Körper: lau, wenn wir keine Wärme von ihm erhalten. Die Wärme können wir von dem Körper entweder durch Berührung desselben, oder auch durch bloße Annäherung an denselben empfangen: im ersten Falle können wir die Wärme auch durch einen andern, den ersten berührenden Körper erhalten, aber erst dann, wenn der zweite Körper selbst warm geworden ist. Man nennt diese langsam von Körper zu Körper fortgeleitete oder fortschreitende Wärme Körperwärme: die Wärme dagegen, die wir auch bei Annäherung an den warmen Körper empfinden, strahlende Wärme. Letztere ist entweder mit Lichterscheinung verbunden oder tritt ohne solche auf und man unterscheidet deshalb leuchtende und dunkle strahlende Wärme. Die strahlende Wärme besteht aus transversalen d. i. senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung erfolgenden Aetherschwingungen, die Körperwärme aus Molecularbewegungen der Körper. Die strahlende Wärme kann in Körperwärme und diese wieder in jene

verwandelt werden, es können mit anderen Worten Aetherschwingungen im Körper Molecularbewegungen veranlassen und umgekehrt. Die Identität der Wärmestrahlen mit den Lichtstrahlen ist zweifellos, denn die ersteren werden ganz nach denselben Gesetzen wie das Licht von Spiegeln zurückgeworfen, von Linsen und Prismen gebrochen, durch die verschiedenen Körper durchgelassen, absorbirt und diffundirt ꝛc. ꝛc. Die Anzahl der Wärmevibrationen ist den Lichtvibrationen ziemlich nahe, zählt also nach Billionen für die Secunde; beide können bei der Glühhitze in einander übergehen. Die leuchtenden Wärme- oder Lichtstrahlen haben 400 bis 800 Billionen, die dunkeln Wärmestrahlen zwischen 60 und 800 Billionen Schwingungen in der Secunde; bei den letzten 400 Billionen Schwingungen, die das Licht bilden, wird aber die Wärmewirkung immer geringer. — Da nun die Wärme in der schwingenden Bewegung kleinster Theile ihren Grund hat, erscheint die Production von Wärme durch mechanische Arbeit als eine Umwandelung von Massenbewegung in Molecularbewegung, während umgekehrt jede Arbeitsleistung durch Wärme auf einer Verwandelung von Molecularbewegung in Massenbewegung beruht (s. S. 91). Was sich so regelmäßig in einander verwandelt, unter allen Umständen in denselben Mengenverhältnissen, muß innerlich einander gleich sein: die Arbeit nun ist Bewegung, folglich muß auch die Wärme eine besondere Art der Bewegung sein.

Die Aequivalenz (Gleichwerthigkeit) von Wärme und Arbeit (Bewegung). Zwischen einer gewissen Menge von Wärme und einer bestimmten Größe von Arbeit besteht ein bestimmtes unabänderliches Verhältniß und die gesetzmäßigen Beziehungen, welche zwischen Wärme und Arbeit aufgefunden wurden, sind von der allergrößten Bedeutung. Hiernach entspricht einer gewissen Menge von Wärme eine durch sie zu bewirkende Arbeit und umgekehrt setzt sich jede Arbeit wieder in entsprechende Wärme um. Eine bestimmte Menge mechanischer Arbeit ist gleichwerthig (äquivalent) einer bestimmten Menge von Wärme; es besteht nämlich bei Hervorbringung von Wärme (auf mechanischem Wege) stets zwischen der erzeugten Wärme und der Größe der darauf verwendeten mechanischen Kraft ein ganz bestimmtes unveränderliches Verhältniß, d. i. das sog. mechanische Aequivalent der Wärme. Wenn z. B. 424 Kilogramm 1 Meter hoch herabfallen, so wird dadurch so viel Wärme erzeugt, um ein Kilogramm Wasser um 1° des hundertheiligen Thermometers zu erwärmen. Andererseits kann aber auch erfahrungsgemäß mit der Wärme, die erforderlich ist, um die Temperatur von 1 Kilogramm Wasser um 1° zu erhöhen, ein Gewicht von 424 Kilogramm in einer Secunde ein Meter hoch gehoben werden; die Zahl von 424 Meterkilogramm repräsentirt somit das unabänderliche Verhältniß zwischen Arbeit und Wärme, nach welchem die eine in die andere sich umsetzt. Der Kürze halber bezeichnet man die Wärmemenge, welche nothwendig ist, um ein Kilogramm Wasser von 0 bis 1° C. zu erwärmen, als Wärmeeinheit oder Kalorie und die Zahl von 424 Meterkilogramm als mechanisches Aequivalent der Wärmeeinheit. Also ist eine Wärmeeinheit das thermische Aequivalent der mechanischen Kraft, welche aufgewendet werden muß, um 424 Kilogramm ein Meter hoch zu heben.

**Wärmequellen.** Ein Körper ist eine Wärmequelle, wenn Wärme von ihm ausgeht und der Verlust in jedem Augenblick durch neue Wärmebildung ersetzt werden kann. 1. Die Sonne ist die ergiebigste von allen Wärmequellen; die von ihr ausgestrahlte Wärme unterhält alle physikalischen und chemischen Vorgänge, alles Leben, Werden und Wandeln auf unserm Erdball. — 2. Die Erde ist ebenfalls eine beständige Wärmequelle, weil ihr Inneres einen glühendflüssigen Kern enthält. — 3. Wärme durch Verbrennung (Oxydation, d. i. die chemische Verbindung mit Sauerstoff s. S. 89). Diese Wärmequelle, welche bei den meisten chemischen Processen eine hervorragende Rolle spielt, erfordert Brennstoff und Sauerstoff der Luft. — 4. Wärme durch Arbeit (durch mechanische Wirkungen). Arbeit wird in Wärme verwandelt, wenn sie als Arbeit verschwindet, indem Körperbewegung in Molecularbewegung übergeht; und diese Verwandlung geschieht immer nach dem Gesetze der Aequivalenz. So entwickelt Reibung Wärme; der Hammer, der auf den Ambos niederfällt, erwärmt das Eisen; die Bleikugel, welche die Scheibe trifft, kann sich bis zum Schmelzen erhitzen; alle Körper erwärmen durch Compression (Zusammendrückung). Es giebt in der That in der ganzen Natur keinen physikalischen Vorgang, bei dem nicht entweder Wärme entstünde oder Wärme verschwände. — 5. Lebenswärme. Der Lebensproceß bei Thieren ist ebenfalls eine wichtige Wärmequelle, denn in allen Organen des menschlichen und thierischen Körpers (mit Ausnahme der Horngebilde) finden fortwährend Oxydationsprocesse statt, durch welche Wärme oder Arbeit entsteht.

Wirkungen der Wärme. Wenn die Wärme in einen Körper eingeführt wird, so übt sie folgende 3 Wirkungen aus: 1. Sie erwärmt den Körper (erhöht seine Temperatur); 2. sie dehnt den Körper aus (vergrößert seinen Umfang); 3. sie verändert den Aggregatzustand der Körper (sie macht feste Körper flüssig und flüssige Körper luftförmig). Diese verschiedenartigen Wirkungen der Wärme werden im Haushalte des menschlichen und thierischen Organismus zu den mannigfachsten Zwecken benutzt.

## Wärmeerzeugung im menschlichen Körper.

Der menschliche Körper ist, wie alle thierischen Organismen, mit einer von der Temperatur seiner Umgebung unabhängigen Eigenwärme versehen, wie zahlreiche und unter den verschiedensten Verhältnissen angestellte Messungen mit dem Thermometer*) erwiesen

*) An jedem Thermometer (Temperatur- oder Wärmemesser) müssen zuvörderst zwei feste Punkte genau angegeben sein, von denen der eine die Temperatur des schmelzenden Eises bezeichnet und der Eis- oder Gefrierpunkt heißt, während der andere die Temperatur des siedenden Wassers an-

haben. Diese im Innern des Körpers und zwar hauptsächlich durch die verschiedenartigen Verbrennungsprocesse erzeugte Wärme ist ziemlich constant 36,5 — 37,5° C., (28 — 30° R. oder 95 — 99½° F.) und zur Unterhaltung des Stoffwechsels, also des Lebens, ganz unentbehrlich. Alle normalen organischen Vorgänge sind nämlich von einer constanten Temperatur abhängig. Ohne Wärme würde die Mehrzahl der Verwandtschaftsbeziehungen der einzelnen den Körper zusammensetzenden und von außen in ihn eintretenden chemischen Stoffe sich nicht bethätigen können; nur unter ihrer Einwirkung gehen die Sauerstoffverbindungen, auf denen im letzten Grunde alle organischen Thätigkeiten beruhen, vor sich; die Gährungsvorgänge, die wir im Organismus antreffen, können gleichfalls nicht ohne Wärme stattfinden. Der Muskel, der Nerv, die Drüsen, das Herz, wie überhaupt alle Organe, werden in ihren Lebenseigenschaften beeinträchtigt, sowie ihre Temperatur um einige Grade unter die Norm sinkt; Kälte kann die Thätigkeit der Muskeln und Nerven vollständig aufheben. Ebenso ist aber auch eine Steigerung der Wärme auf den Gesammtorganismus wie auf die einzelnen Körperorgane von nachtheiligem Einfluß. Bei höherer Temperatur verlaufen alle organischen Vorgänge zuerst rascher, bald werden aber die Lebenseigenschaften der Gewebe dadurch für immer vernichtet*).

zeigt und der Siede- oder Kochpunkt genannt wird. Der Raum zwischen diesen beiden Punkten (der Fundamentalabstand) ist nun von Celsius, Réaumur und Fahrenheit in eine verschiedene Anzahl gleicher Theile (Grade) abgetheilt worden. Die Abtheilung (Scala) von Celsius, auch die Centesimal- oder hunderttheilige Scala genannt, enthält zwischen dem Eis- und Kochpunkte, von denen der erstere mit 0 bezeichnet ist, 100 Grade, so daß dem Siedepunkte der hundertste Grad (+ 100°) entspricht. Die Grade über dem Eispunkte nennt man Wärmegrade und bezeichnet sie mit —, die unter diesem Punkte heißen Kältegrade und man setzt — davor. Das Zeichen der Centesimal-Scala ist C. — Die Réaumur'sche Scala enthält zwischen dem ebenfalls mit 0 bezeichneten Eis- und dem Siedepunkt nur 80 gleiche Grade, ihr Zeichen ist R. — Bei der Fahrenheit'schen Scala sind vom Gefrier- bis zum Siedepunkte 180 Grade angenommen und der 0-Punkt steht um 32° tiefer als der Gefrierpunkt, so daß dieser also mit + 32, der Siedepunkt mit + 212° bezeichnet ist; das Zeichen dieser Scala ist F. — In Deutschland und Frankreich bedient man sich bei wissenschaftlichen Untersuchungen der Centesimal-Scala, in England der Fahrenheit'schen.

*) Bei Krankheiten kann die Eigenwärme nicht unbedeutend steigen (bis zu 44° C.) und fallen (bis zu 26° C.). Fast alle hitzigen, gefährlichen Krankheiten gehen mit Steigerung der Eigenwärme einher und dieser Zustand, verbunden mit Beschleunigung des Herzpulses und der Athemzüge, wird Fieber genannt. Diese Wärmesteigerung ist zugleich die Ursache der unangenehmen Fieberempfindungen (Gefühl großer Ermattung, Eingenommenheit des Kopfes, Schwindel, Kopfschmerz, Durst). — Bisweilen findet unmittelbar nach dem Tode eine vorübergehende (postmortale) Temperatursteigerung statt,

Die annähernd constante Temperatur des ganzen Körpers*) kommt dadurch zu Stande, daß sich die in den einzelnen Körpertheilen gebildeten Wärmemengen ziemlich gleichmäßig im Körper verbreiten, da die verschiedenen Organe unter einander theils in directer Verbindung durch Berührung stehen, theils durch das alle durchströmende Blut in wärmeleitende Verbindung gebracht werden.

Wenn auch nun die Eigenwärme des Menschen im *Allgemeinen* eine constante genannt werden kann — der Eskimo am Nordpol zeigt bei einer Umgebung von $-40^{\circ}$ C. ebenso wie der Afrikaner unter dem Aequator bei $+40^{\circ}$ C. stets dieselbe Körperwärme von durchschnittlich $37^{\circ}$ C. —, so kommen doch stets auch, und zwar bei derselben Person in verschiedenen Zuständen, gewisse geringfügige Schwankungen der Normaltemperatur vor. So wechselt der Grad der Eigenwärme, aber nur um ein weniges, an verschiedenen Stellen des Körper (innere Theile sind wärmer als die äußeren), ferner nach Tageszeit, Alter (beim Kinde und Greise durchschnittlich $37{,}5^{\circ}$ C.), Bewegung und Ruhe, Blutgehalt des ganzen Körpers und einzelner Organe, Ernährungsweise, Gesundheits- und Krankheitszustand. Jedenfalls richtet sich derselbe auch nach der Beschaffenheit der Stoffe, welche innerhalb des Körpers (Blutes) gerade vorzugsweise verbrannt werden (wie das Brennen harten Holzes auch mehr Wärme als das von weichem Holze erzeugt). Nach dem Mittagessen während der Verdauungsperiode ist die Temperatur am höchsten; gegen Abend hin sinkt sie bedeutend, besonders wenn keine Nahrungsaufnahme stattfand. — Das Blut, dessen Temperatur der mittleren Körpertemperatur entspricht, gleicht die verschiedenen Temperaturen der einzelnen Organe aus, indem es aus Organen, während es dieselben durchfließt, wenn sie eine höhere Temperatur als das Blut haben, Wärme aufnimmt und Organen, welche eine niedrigere Temperatur als das Blut besitzen, Wärme abgiebt.

*Wärmeverluste* erleidet der menschliche Körper immerfort, da er stets von Medien umgeben ist, welche kühler sind als er und denen er deshalb Wärme abgeben muß. Diese Wärmeausgabe geschieht auf folgenden Wegen: 1. durch *Strahlung* von der freien Oberfläche des Körpers wie nun die Wärmestrahlung aus schmalen, spitzigen

welche höchstwahrscheinlich von der beim Erstarren der Muskeln erfolgenden Wärmebildung herrührt.

*) Ziemlich dieselbe Höhe von Eigenwärme wie beim Menschen findet sich bei den Säugethieren, eine etwas größere bei den Vögeln. Die Organismen mit constanter Temperatur nennt man *warmblütige* oder homöothermie. Bei den übrigen Thieren ist die Energie der Oxydationsprocesse und somit die Wärmeerzeugung so gering, daß keine constante Körpertemperatur entsteht, sondern nur eine um wenige Grade höhere, als die des umgebenden Mediums (Luft oder Wasser), d. s. *kaltblütige* oder poikilotherme Thiere (mit variabler Temperatur).

Körpern leichter stattfindet, so kühlen sich auch an unserm Körper die Nasenspitze, Ohren, Finger und überhaupt die Gliedmaßen leichter und rascher ab als der Rumpf; 2. durch Leitung a an die die Körperoberfläche berührenden Gegenstände, welche kälter als der Körper sind, also besonders Luft und Kleidung; b) an die in den Körper aufgenommenen Stoffe, welche kälter als der Körper sind, also eingeathmete Luft und Nahrung; 3. durch Verdunstung von den feuchten Schleimhäuten und der äußeren Haut: die Hautverdunstung wird dazu außerordentlich gesteigert durch die Schweißabsonderung, welche fast die einzige Wärmeausgabe darstellt, wenn die Außentemperatur der Körpertemperatur nahezu gleich kommt. — Da die Wärmeausgabe hauptsächlich von der Oberfläche aus geschieht, ihre Größe demnach von der Größe der Körperoberfläche abhängt, so müssen kleinere Personen, deren Oberfläche im Verhältnisse zur Körpermasse größer ist, selbstverständlich relativ mehr Wärme ausgeben, als größere.

Die Wärmequellen im menschlichen Körper sind sehr mannigfaltige und es ist noch nicht genau ergründet, wie viel Wärme jeder Quelle entströmt. Jedoch ist es gewiß, daß die hauptsächlichste und directe Wärmequelle die verschiedenen Verbrennungen (Oxydationsprocesse) sind, welche während des Lebens beständig in allen Geweben mit Ausnahme der Horngebilde stattfinden. — Vorzugsweise ist es das Blut, welches die Wärmeproduction ermöglicht und zwar deshalb, weil es die Fähigkeit hat, Sauerstoff aufzunehmen, diesen in die active Form (Ozon) überzuführen, den Organen zu ihren nöthigen Functionen zu übergeben und dadurch die verschiedenen Verbrennungsprocesse (Thätigkeiten) fortgesetzt zu unterhalten. — Das Verbrennungsmaterial, welches im Körper, mit Hülfe des eingeathmeten Sauerstoffs, verbrannt wird, ist vierfacher Art: es besteht nämlich 1. aus jungen Bildungsstoffen, welche durch die Oxydation zur Gewebsbildung befähigt werden (d. i. bei der progressiven Metamorphose oder beim Aufbaue); 2. aus arbeitender thätiger Gewebsmasse, welche sich durch ihre Arbeit abnutzt und Gewebsschlacken bildet; 3. aus abgenutzten Gewebsbestandtheilen (Gewebsschlacken), die durch die Verbrennung zur Ausfuhr aus dem Körper in den Blutreinigungsapparaten: Nieren, Lungen, Haut, Leber geschickt gemacht werden (d. i. bei der regressiven Metamorphose oder beim Abbaue); 4. aus den organischen Nahrungsstoffen, welche dem Körper immer wieder neue Spannkräfte für die verschiedenartigen Leistungen des Organismus zuführen.

Die Verbrennungen innerhalb unseres Körpers sind denen im Ofen durchaus nicht unähnlich; sie verlangen ebenfalls: Feuerungsmaterial und Sauerstoff. Wie bei der Verbrennung im Ofen, so wandelt sich auch im Körper durch das Verbrennen das Feuerungs-

material in verschiedene, theils luftförmige, theils wässerige und feste Stoffe um. Und wie dem Feuer im Ofen die gehörige Menge sauerstoffhaltiger Luft zugeführt werden muß, wenn es ordentlich brennen und Wärme entwickeln soll, so ist dies auch bei den Verbrennungen innerhalb unseres Körpers der Fall. Sowie im Ofen nach seinem verschiedenen Luftzuge und nach der Menge der Beschaffenheit der Feuerungsstoffe das Verbrennen des Feuerungsmaterials mehr oder wenig vollständig vor sich geht, so scheint auch innerhalb unseres Körpers nach der Menge des eingeathmeten Sauerstoffs, im Verhältnisse zum Verbrennungsmaterial, der Grad der Verbrennung verschieden zu sein. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sich bei einer unvollständigen Verbrennung im menschlichen Körper, — die in einem Mißverhältnisse zwischen Sauerstoff und Verbrennungsmaterial, vielleicht entweder in einer zu geringen Menge von Sauerstoff oder in einer zu großen Menge von Verbrennungsmaterial ihren Grund haben kann, — solche Verbrennungsproducte bilden, welche durch ihre Anhäufung im Blute Krankheiten zu erzeugen im Stande sind. So bildet sich z. B. beim unvollständigen Verbrennen von Kohlen im Ofen das sehr schädliche Kohlenoxydgas, während das vollständige Verbrennen derselben Kohlensäure erzeugt. Aehnliches scheint auch im menschlichen Körper vorkommen zu können, wenn sich z. B. durch unvollständiges Verbrennen von stickstoffhaltigen Körper- und Nahrungsbestandtheilen anstatt des Harnstoffs die minder hoch oxydirte Harnsäure bildet, welche durch ihre übermäßige Anhäufung im Blute den Grund zur Gicht zu legen scheint.

Die Verbrennungen innerhalb der Organe, zumal der arbeitenden, dürfen infolge des Freiwerdens von Spannkräften (s. S. 92) als die ausgiebigste Wärmequelle betrachtet werden; Oxydationen im Blutstrome selbst sind nicht mit Sicherheit nachgewiesen. In allen Organen, in welchen Oxydationsprocesse vorkommen, nehmen entweder sämmtliche dabei frei werdenden Kräfte, oder wenigstens ein beträchtlicher Theil derselben, die Form von Wärme an. Die übrigen im Körper auftretenden lebendigen Kräfte (mechanische Arbeit, Elektricität) entstehen nur in gewissen Organen (Bewegung der Muskeln und Flimmerzellen, Muskel- und Nervenelektricität) und auch hier stets neben der Wärme. Die beim Organenbrande erzeugte absolute Wärmemenge, welche ein bestimmtes Organ in einer bestimmten Zeit entwickelt, ist noch nicht bekannt; jedenfalls ist sie in den einzelnen Organen und zwar in ein und demselben Organe nach der zeitweisen verschiedenen Energie der Oxydationsprocesse (nach der Menge des verbrauchten Sauerstoffs) äußerst verschieden. So produciren z. B. die Drüsen, zumal wenn sie viel von ihrer Absonderungsflüssigkeit zu liefern haben, weit mehr Wärme als die geschlossenen Organe, aus denen die Verbrennungsproducte nicht so schnell weggeführt werden als aus den Drüsen. Gar keine Wärme wird gebildet in den Horn-

geweben des Körpers, in welchen, wie es scheint, keinerlei Oxydationen stattfinden.

Außer den genannten, vom Stoffwechsel abhängigen directen Wärmequellen giebt es aber noch einige andere, und unter diesen stehen obenan: Bewegungen und Reibung. So entwickelt sich bei der Muskelarbeit, abgesehen von dem Verbrennungsprocesse während derselben, auch noch Wärme theils durch die Reibung des Muskels selbst in seinen Hüllen, theils der Sehnen in ihren Scheiden, der bewegten Knochen in ihren Gelenkverbindungen. — Auch die im ruhenden (keine äußere Arbeit verrichtenden) Körper stattfindenden Bewegungen gehen schließlich zum größten Theil in Wärme über. So wird die bei der Herzbewegung, bei den Bewegungen des Verdauungsapparates, bei den minimalen, während des Wachsthums auftretenden Bewegungen gebildete Wärme schließlich gleichfalls dem Blute mit übertragen. Ebenso scheinen die im Muskel- und Nervensystem stattfindenden Elektricitätserregungen in Wärme umgesetzt zu werden. — Die Oxydation ist nicht der einzige chemische Vorgang, bei welchem Wärme frei wird; so entsteht z. B. Wärme, wenn sich ein Salz (eine Verbindung einer Basis mit einer Säure s. S. 34) bildet; auch sind die verschiedenen Diffusions- und Imbibitionsvorgänge mit mehr oder minder beträchtlicher Wärmeentwickelung verknüpft. Die Verbindung des Hämoglobins mit Sauerstoff in den Lungen ist neuerlich ebenfalls als eine beständige Wärmequelle nachgewiesen worden.

Das Bilden, Thätigsein und Zerfallen der Bestandtheile unseres Körpers, also der Stoffwechsel, bleibt stets die Hauptquelle unserer Eigenwärme und es wird dabei also nicht blos ein Theil des in unsern Körper mit der Nahrung eingeführten Heizungsmaterials, sondern auch unser eigener Körper mit verbrannt. Es ist deshalb natürlich, daß sich bei Hunger und Ruhe weniger Eigenwärme als bei kräftiger Kost und Bewegung entwickeln muß und daß sich ein großer Einklang zwischen unserer Körperwärme und dem Stoffwechsel findet, so daß die Eigenwärme als ein Maß des Lebens angesehen werden kann. Darum das Sinken der Wärme bei herannahendem Tode.

Bedenkt man nun, daß nur bei dem gehörigen Wärmegrade die Lebensprocesse ordentlich gedeihen können, so wird man auch stets auf das richtige Maß von Wärme im Körper halten, in manchen Fällen dasselbe zu erhöhen, in anderen zu erniedrigen suchen müssen. Deshalb ist die richtige äußere und innere Anwendung von Wärme oder Kälte, von Hunger oder solchen Nahrungsstoffen, welche die Verbrennungsprocesse besser oder schlechter unterhalten, von Ruhe und Bewegung u. s. w. von großer Wichtigkeit für die Erhaltung und Wiederherstellung der Gesundheit. Damit unser Körper von seiner Eigenwärme nicht zu viel verliert, müssen wir uns gehörig bekleiden und in warmen Wohnungen aufhalten. Am meisten bedarf der Mensch der Wärme am Anfange und Ende seines Lebens und es ist sehr unüberlegt, kleine Kinder durch Kälte abhärten zu wollen. — Am niedrigsten ist beim gesunden Menschen die Eigenwärme während des Schlafes, wo das Athmen, der Blutumlauf und der Stoffwechsel viel weniger intensiv als im Wachen vor sich gehen. Deshalb müssen wir unsern Körper im Schlafe wärmer bedecken und darum ist der Körper während dieser Zeit auch leichter Erkältungen ausgesetzt. Krankhafte Zustände, welche die Sauer-

stoffaufnahme hemmen (besonders Lungenkrankheiten) setzen gleichfalls die Wärmebildung herab. — Am meisten gesteigert wird die Wärmebildung, außer durch reichliche Zufuhr von Nahrung und bei verstärkter Drüsenabsonderung, auch noch durch starke Bewegung und Körperanstrengungen, weil diese den Stoffumsatz beschleunigen und deshalb natürlich das Bedürfniß nach Nahrung steigern. Bei Hungernden muß demnach die Eigenwärme sinken, da sie ihrem Körper kein Heizungsmaterial zuführen; hungernde Menschen frieren mehr als gesättigte, und ein warmer Ofen kann einen Theil der Nahrung ersetzen. Hunger und Kälte sind große Feinde des menschlichen Wohlbefindens. — Die Steigerung des Wärmegefühls beim Alcoholgenuß beruht auf einer durch Alcohol veranlaßten Gefäßerweiterung, welche den frierenden Theilen für den Augenblick mehr Wärme zuführt, im Ganzen aber die im Körper vorhandene Wärme übermäßig rasch verbraucht. Deshalb kann Alcohol nicht den Armen, sondern nur gut und warm gekleidete wohlgenährte Individuen dauernd erwärmen. Aehnlich verhält es sich bei Muskelbewegungen zur Erwärmung in strenger Kälte. — Krankhafte Erhöhungen des Stoffwechsels, wie beim Fieber, steigern auch wesentlich die Temperatur unseres Körpers.

Eine **Wärmeregulirung** innerhalb unseres Körpers behufs Erhaltung der constanten Eigenwärme wird durch folgende Vorrichtungen ermöglicht: 1) Durch Einfluß auf die Wärmeausgabe. Hierbei veranlaßt a) das Gefühl verminderter oder erhöhter Temperatur, „das Frost- und Hitzegefühl", den Menschen, sich mit schlechten oder guten Wärmeleitern (also mit dicker Kleidung, Wolle, Seide oder mit dünner Kleidung, Leinen) zu umgeben oder gar sich künstlich (durch kalte Waschungen und Bäder) Wärme zu entziehen. b) Erhöhte Temperatur vermehrt die Herzthätigkeit und Athmung; erstere erzeugt die stärkere Blutfülle in der Haut und dadurch vermehrte Wärmeausgabe durch Strahlung und Leitung; gewöhnlich ist mit der erhöhten Blutfüllung der Haut eine vermehrte Schweißabsonderung verbunden, wobei der schnell verdunstende Schweiß dem Körper viel Wärme entzieht (im Sommer und in heißen Klimaten fast die einzige Wärmeausgabe); bei der vermehrten Athmung wird die Wärmeausgabe durch die Lungen erhöht. — 2) Durch Einfluß auf die Wärmeerzeugung: a) Erniedrigte Temperatur (Kälte) erhöht das Hungergefühl und treibt zur vermehrten Aufnahme von Nahrung, welche ihrerseits die Wärmeerzeugung vermehrt. b) In der Kälte fühlt man das Bedürfniß nach Muskelbewegungen, welche die Eigenwärme theils durch die gesteigerte Wärmebildung im Muskel theils durch die Reibung der Muskelbündel und Sehnen bedeutend erhöhen. Sogar unwillkürliche Muskelbewegungen (Zähneklappern, Schaudern) wirken erwärmend. — Diese Regulationsmittel schützen den Menschen freilich nur unvollkommen gegen Abkühlung; den wirksamsten Schutz gegen Kälte bildet die durch den Temperatursinn geleitete willkürliche Wärmediätetik durch Kleidung, Heizung, Bäder und Bewegung; nur sie setzt den Menschen in den Stand, in allen Klimaten der Erde zu leben. — Kleinere Personen, deren Wärmeausgabe constant größer ist (s. S. 194), essen und bewegen sich daher auch mehr als größere.

## B. Ernährungsapparate des menschlichen Körpers.

Was immer innerhalb unseres Körpers geschieht, das geschieht stets nur mit Hülfe eines wahrnehmbaren Stoffes. Es giebt keine Kraft oder Thätigkeit ohne Stoff. Ob wir eine Bewegung

machen, einen Gedanken fassen oder einen Willen äußern, ob wir sprechen oder irgend eine Empfindung haben, immer ist dabei ein nachweisbarer Stoff thätig. — Aber diese thätigen Stoffe müssen einen ganz bestimmten Bau, sowohl hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung wie ihrer Formbestandtheile haben, wenn sie ihre bestimmte Thätigkeit entwickeln sollen. Aenderungen in diesem Baue ändern oder heben die Thätigkeit auf. Würde z. B. ein Muskel nicht mehr aus gesundem Fleische, sondern aus Fett bestehen, dann könnte derselbe sich auch nicht mehr zusammenziehen und Bewegungen veranlassen. Fehlte dem Gehirn einer seiner normalen Bestandtheile, dann könnte es nicht mehr denken u. s. w. — Durch und beim Thätigsein des Stoffes, der Organe des menschlichen Körpers, nutzen sich dieselben allmählich ab, wie dies auch bei den Maschinen der Fall ist (s. S. 143), und sie müßten sehr bald zu ferneren Leistungen untauglich werden, wenn sie nicht fortwährend reparirt würden. Die Reparatur, welche während des Ruhens des thätig gewesenen Theiles vor sich geht, besteht aber darin, daß das Abgenutzte vom arbeitenden Theile fortgeführt und dafür als Ersatz für das Abgenutzte beständig neues Baumaterial zugeführt und zum neuen Aufbaue benutzt wird. Natürlich muß das Baumaterial zum Neubaue aus denselben Stoffen bestehen, aus denen das abgenutzte Organ aufgebaut ist. Sollen z. B. die Muskeln reparirt werden, so muß dies durch Eiweißstoffe, bei den Knochen durch Kalksalze, bei den Nerven durch Eiweiß und phosphorhaltiges Fett u. s. f. geschehen. Da nun aber jede Leistung des Körpers nicht blos mit Verlust an oxydirbarem Körpermaterial verbunden ist, sondern auch mit Verlust an vorräthigem Sauerstoff, so ist ebenso ein Ersatz von Sauerstoff wie von Substanzen, aus welchen unsere Körperbestandtheile gebildet werden können, unumgänglich nöthig. Mit den letzteren, den sogen. organischen Substanzen, sind auch die dem Körper unentbehrlichen unorganischen (unverbrennlichen Stoffe (s. S. 40), welche ebenfalls fortwährend in gewissen Mengen aus unserm Körper entfernt werden, beständig durch neue von Außen aufzunehmende zu ersetzen.

Das fortwährende Abnutzen (Absterben) unserer Körpertheile und das immerwährende Wiederersetzen (Erneuern) derselben nennt man den Stoffwechsel (s. S. 8). So lange derselbe besteht, leben wir und Leben wäre demnach: die Form des Körpers erhalten trotz fortwährender Veränderungen der kleinsten stofflichen Theilchen, die den Körper zusammensetzen und beim Thätigsein allmählich verloren gehen. Der menschliche Leib baut immer und unausgesetzt an sich selbst*). Den

*) Von der Intensität des Stoffwechsels und Stoffumsatzes unseres Körpers mag die Thatsache einen annähernden Begriff geben, daß von unseren festen Organtheilen täglich etwa 1 Procent, von der circulirenden Säftemasse dagegen in derselben Zeit durchschnittlich 70 Procent verbraucht und durch die eingeführten

Stoffwechsel ordentlich im Gange zu erhalten ist demnach die Aufgabe für jeden Menschen, der leben und gesund sein will.

Mit dem Baue unseres Körpers verhält es sich auf ziemlich ähnliche Weise wie mit dem Baue eines Hauses. Man braucht, wie bekannt, zu einem Hausbaue sehr verschiedenes Baumaterial; man braucht da Holz, Steine, Eisen, Glas, Lehm und dergleichen mehr. Alle diese Stoffe müssen aber, ihrer Bestimmung gemäß, in bestimmter Weise verarbeitet werden, so das Holz zu Bretern und Balken, das Eisen zu Platten und Nägeln ꝛc. Erst dann sind sie zur Herstellung von Wänden und Räumen mit Thüren, Fenstern, Oefen, Schlössern ꝛc. zu verwenden. — Ganz dasselbe ist der Fall mit dem Baue des menschlichen Körpers. Es sind dazu ebenfalls eine Anzahl ganz verschiedener Stoffe nöthig, wie Wasser, Eiweißstoffe, Fette, Salze, Kalke, Eisen ꝛc. Diese Stoffe müssen nun aber erst innerhalb unseres Körpers für den Aufbau vorbereitet und zu den kleinsten Gewebstheilchen, zu Zellen und durch deren Veränderungen zu Fäserchen, Röhrchen, Plättchen und Häutchen verarbeitet werden. Erst dann können sie zur Zusammensetzung größerer Apparate und Organe, wie der Knochen, Knorpel, Muskeln, Nerven ꝛc., dienen (s. S. 79). Die Zellen (s. S. 75) entstehen stets mit Hülfe schon vorhandener Zellen, indem sich entweder eine schon vorhandene Zelle in mehrere jüngere Zellen zertheilt (d. i. die einfache Theilung), oder indem sich junge (Tochter-) Zellen innerhalb der Membran einer schon vorhandenen (Mutter-) Zelle entwickeln, worauf die gemeinschaftliche Hülle der Tochterzellen in einem gewissen Zeitraum schwindet (d. i. die endogene Theilung, s. S. 77).

Die einzelnen Baustoffe für ein Gebäude kennt Jeder durch eigene Anschauung, die unseres Körpers kann nur der Chemiker ausfindig machen; und sie sind auch wirklich ausfindig gemacht worden. Den Hauptbestandtheil des menschlichen Körpers bildet das Wasser. Es wird in allen, auch in den festesten Körperbestandtheilen angetroffen. — Nach ihm sind es die Eiweißstoffe, welche in größter Masse und als Hauptgrundlage aller Gewebe unseres Körpers auftreten. Sie wurden deshalb auch Gewebsbildner genannt. Die wichtigsten Eiweißstoffe unseres Körpers führen die Namen: Eiweiß, Faserstoff, Käsestoff. — Ebenfalls in großer Menge und in verschiedener Form finden sich Fette in unserm Körper. Ohne Fett ist der Aufbau unseres Körpers ganz unmöglich. — Von Salzen sind besonders Kochsalz, Kalk-, Natron- und Kalisalze unentbehrlich. Auch Eisen, Schwefel, Phosphor, sowie noch einige andere, meist an die Eiweißstoffe gebundene Stoffe spielen eine große Rolle bei der Zusammensetzung und Ernährung unseres Körpers.

Wie bekannt, giebt es an jedem Gebäude fortwährend auszubessern, da es ja durch die Zeit und den Gebrauch an seinem Aeußern wie in seinem Innern Schaden leidet. Natürlich sind dann die Schäden an den ruinirten Theilen, wenn man diese in ihren frühern Zustand zurückwünscht, nur mit demjenigen Material, aus welchem sie gearbeitet waren, auszubessern; die Fenster müssen durch Glas, die Mauern durch Steine, die Schlösser durch Eisen u. s. f. reparirt werden. Ebenso verhält es sich auch mit unserm Körper, der, weil er sich fortwährend abnutzt, auch immerfort durch dieselben Stoffe, aus denen er besteht, wieder neu aufgebaut werden muß.

Da in unserm Körper neben beständigem Ab- und Aufbaue seiner Bestandtheile auch, wie in einer Dampfmaschine, mechanische Arbeiten (Bewegungen) vor sich gehen und Wärme entwickelt wird, also lebendige Kräfte frei werden, die an Körper der Außenwelt übertragen, also nach außen

Nahrungsmittel wieder ersetzt werden, so daß unser Körper nach wenigen Wochen thatsächlich als ein ganz neuer und von Grund aus neu aufgebauter erscheint.

hin abgegeben werden, so ist es durchaus nöthig, daß wir solche Substanzen in unsern Körper einführen, in welchen Spannkräfte aufgespeichert und zur Entwickelung lebendiger Kräfte befähigt sind (s. S. 92). Zu den spannkraftführenden Stoffen gehören nun aber ebenso verbrennliche (oxydirbare) organische Substanzen, wie auch der atmosphärische Sauerstoff. Die Spannkräfte der ersteren Stoffe werden gewöhnlich als „latente Wärme" bezeichnet (d. h. man stellt sich sämmtliche lebendige Kraft, welche bei ihrer Oxydation aus den Spannkräften hervorgehen kann, in Form von Wärme vor). Alle sauerstoffreichen chemischen Verbindungen organischer Natur haben weniger Werth für unsern Körper, als solche, in denen verhältnißmäßig weniger Sauerstoff enthalten ist, weil in ersteren die Summe der Spannkräfte eine geringere ist, da sie durch ihre Vereinigung mit Sauerstoff schon den größten Theil ihrer Spannkräfte verloren haben und deshalb im Körper durch schwächere Oxydation weniger lebendige Kraft entwickeln können.

Das Material, aus welchem unser Körper zusammengesetzt und mit dessen Hülfe er thätig ist — also: Sauerstoff, Wasser, Eiweißstoffe, Fette, Salze, Eisen, Schwefel, Phosphor ꝛc. — kann der Körper sich nicht selbst erzeugen, es muß ihm von außen zugeführt werden, und zwar, wenn er leben und gesund bleiben will, stets in der richtigen Menge und Güte. Dies geschieht theils durch das Einathmen atmosphärischer Luft, theils durch den Genuß von Nahrungsmitteln, von Speisen und Getränken. Die meisten Nahrungsmittel müssen nun aber, ehe sie nützen können, innerhalb des Verdauungsapparates mit Hülfe verschiedener Säfte (des Mund- und Bauchspeichels, des Magen- und Darmsaftes, der Galle) so verarbeitet werden, daß ihre brauchbaren Bestandtheile in den Blutstrom eintreten und von hier aus zur Erzeugung der verschiedenen Gewebe und deren Kräfte verwendet werden können. Je leichter und schneller ein Nahrungsmittel aus dem Verdauungsapparate hinweg und in den Blutstrom gelangt, desto verdaulicher nennt man dasselbe. — Das Blut ist es nämlich, welches den Stoffwechsel vermittelt, allen Theilen das Material zu ihrem Neubaue und ihrer Thätigkeit zuführt und die alten abgenutzten Bestandtheile (die Gewebsschlacken) von ihnen aufnimmt, wegführt und aus dem Körper herausbefördert. Diese Aufgabe erfüllt das Blut, indem es fortwährend infolge der ununterbrochenen Thätigkeit des Herzens durch alle Theile unseres Körpers hindurchströmt. Soll nun das Blut, der wahre Lebensquell, diesen Stoffwechsel in Ordnung halten, so muß es selbst fortwährend diejenigen Stoffe zugeführt bekommen, aus denen die verschiedenen Körpertheile gebaut sind und deren sie zur Entwickelung von Thätigkeit bedürfen. Es muß sich ferner seiner schlechten, aus abgenutzten Gewebsschlacken bestehenden Stoffe entledigen, sich reinigen können. Da nun aber innerhalb des Körpers die neuaufgenommenen guten wie die abgenutzten alten schlechten Bestandtheile mit Hülfe von Sauerstoff so verarbeitet werden müssen, daß die ersteren zum Neubau verwendet und die letzteren aus dem Körper, mit Hülfe bestimmter Reinigungsapparate (Leber, Lunge, Nieren, Haut), ausgeschieden werden können, so ist die Aufnahme von Sauerstoff

(in den Lungen) ebenfalls eine ganz unentbehrliche Bedingung zum Leben, abgesehen von seiner Nothwendigkeit zur Wärme- und Kraftentwickelung. Durch die Verbindung des Sauerstoffs mit den guten und abgenutzten Körperbestandtheilen (durch die Verbrennung derselben) wird, wie früher erörtert (s. S. 194), ein Theil derjenigen Wärme entwickelt, welche zur Unterhaltung des Stoffwechsels, also des Lebens, durchaus unumgänglich erforderlich ist.

Die der Ernährung (dem Stoffwechsel) dienenden Processe reihen sich in folgender Ordnung an einander:

1. Einfuhr von passenden Nahrungsstoffen in den Verdauungsapparat, d. h. solcher organischen und unorganischen Substanzen, welche unsern Körper zusammensetzen helfen, wie: Wasser, Eiweißstoffe, Fette, Kochsalz, Kalk-, Kali- und Natronsalze, Eisen. — 2. Zubereitung der Nahrungsstoffe durch den Verdauungsproceß zum Uebergange in das Blut, d. i. die Speisesaftbildung. — 3. Uebergang des Speisesaftes in das Blut, aus dem Verdauungsapparate durch Saugadern, Lymphdrüsen und den Milchbrustgang in das Blut der oberen Hohlader, des rechten Herzens und der Lungenpulsader. — 4. Verarbeitung des Speisesaftes zu Blut mit Hülfe des Sauerstoffs, welcher in Folge des — 5. Athmungsprocesses von den Lungen aus in das Blut des kleinen Kreislaufes tritt und dieses aus dunklem in hellrothes verwandelt. — 6. Kreislauf des Blutes vom linken Herzen aus durch die Pulsadern zu den Haargefäßchen der Organe und aus diesen durch die Blutadern zum rechten Herzen und der Lunge zurück. — 7. Austritt von Ernährungsflüssigkeit aus dem Blute durch die Haargefäßwände in das Gewebe der Organe. — 8. Umbildung der Ernährungsflüssigkeit zu Gewebe, nach den Gesetzen der Zellenvermehrung (s. S. 77) im Ruhestande des Gewebes und beim gehörigen Wärmegrade. Der nicht zu verbrauchende Ueberschuß von Ernährungsflüssigkeit wird als Lymphe von den Saugadern wieder in's Blut zurückgeführt.

Bis hierher reicht der Theil des Stoffwechsels, von welchem die Neubildung (Aufbau) unserer Körperbestandtheile abhängig ist und welcher kurz rekapitulirt aus folgenden Momenten besteht: aus Aufnahme von Sauerstoff in den Lungen, aus der Zufuhr von Baumaterial zuerst in den Magen- und Darmkanal, von da in das Blut, sowie in Umwandelung desselben zuerst in Speisesaft, dann in Blut und zuletzt in Gewebe. Es beginnen nun die Processe, welche der Mauserung (Abbau) unseres Körpers dienen; sie folgen so auf einander:

9. Auflösung der älteren Gewebsbestandtheile in Folge des Thätigseins (Oxydation) der Gewebe. — 10. Eintritt der flüssiggemachten und (hauptsächlich zu Kohlensäure, Wasser und Harnstoff) verbrannten Gewebsschlacken in das Blut, durch die Haargefäßwände hindurch. — 11. Fortschaffung der Gewebsschlacken und Auswurfsstoffe durch den Blutstrom nach gewissen Ausscheidungsorganen hin. — 12. Ausscheidung der Auswurfsstoffe durch Lungen (Kohlensäure und Wasser), Nieren (Harn), Leber (Galle) und Haut (Kohlensäure und Schweiß).

Sonach hat es die Mauserung beim Stoffwechsel mit Auflösung, Verbrennung und Herausbeförderung der alten Gewebsbestandtheile aus dem Körper zu thun. Uebrigens geht natürlich die Neubildung

und Mauserung fortwährend gleichzeitig vor sich, und zu derselben Zeit, wo Ernährungsflüssigkeit aus dem Blute heraus in die Gewebe tritt, treten aus diesem nach dem Gesetze der Endosmose (s. S. 87) die verflüssigten Gewebsschlacken in das Blut hinein. Bei diesen Verbrennungen entwickelt sich mehr oder weniger Wärme, und diese ist ein Theil der sogen. Eigenwärme des Körpers (s. S. 194). — Zur besseren Uebersicht könnte man die verschiedenen Momente beim Stoffwechsel aber auch folgenderweise darstellen:

a) Jedes Theilchen des menschlichen Körpers muß von passender Ernährungsflüssigkeit durchtränkt sein, wenn der Stoffwechsel in demselben richtig vor sich gehen soll, denn aus dieser nimmt sich jedes Theilchen das Material zu seiner Neubildung. Passend ist die Ernährungsflüssigkeit aber nur dann, wenn sie diejenigen Stoffe enthält, aus welchen der zu ernährende Theil gebildet ist und welche er zur Kraftentwickelung braucht. In den Knochen würde z. B. der Stoffwechsel nicht der richtige sein können, wenn die Ernährungsflüssigkeit derselben keine Kalksalze, welche in der Knochensubstanz in großer Menge vorhanden sind, enthielte; die Knochen würden dann krank und zwar nicht hart genug werden, gerade wie die Schale von Hühnereiern, wenn die Hühner ein kalkloses Futter bekommen. — Die Ernährungsflüssigkeit aller Theile des menschlichen Körpers stammt aus dem Blute und gelangt dadurch in die verschiedenen Gewebe, daß sie, während das Blut langsam durch die feinsten Blutgefäßchen (Haargefäße) der Gewebe fließt, durch die äußerst dünne Wand dieser Gefäße hindurchschwitzt. Dies geschieht in Folge des Druckes, unter welchem das Blut durch das Blutgefäßsystem der einzelnen Organe hindurchströmt.

b) Von der richtigen Menge und Beschaffenheit des Blutes, welches durch die Haargefäße der verschiedenen Körpersubstanzen fließt und dabei die Ernährungsflüssigkeit aus seinem Strome durch die Haargefäßwände hindurch in die Gewebe treibt, muß insofern das ordentliche Vonstattengehen des Stoffwechsels vorzugsweise abhängen, als eben nur das Blut im Stande ist, jedem Theil das Material zu seiner Ernährung und seinem Thätigsein zuzuführen. Sonach muß jeder Mensch dahin streben, die gehörige Menge von einem richtig zusammengesetzten Blute zu besitzen. Dies läßt sich aber nur durch fortwährende Neubildung (Verjüngung) und Reinigung (Mauserung) des Blutes erreichen.

c) Ein gut beschaffenes Blut würde nun aber für sich noch nicht zur Unterhaltung des Stoffwechsels hinreichen; das Blut muß auch ordentlich durch die Haargefäße der einzelnen Theile hindurchfließen, wenn letztere richtig ernährt und gesund bleiben sollen. Anhaltendes, zu schnelles oder zu langsames Hindurchströmen des Blutes durch die Gewebe übt stets störenden Einfluß auf den Stoffwechsel in demselben aus. Würde aber der Zutritt des Blutes zu einem Theile ganz gehemmt oder häufte sich dasselbe so an, daß der Blutlauf vollständig stockte, dann müßte der Stoffwechsel allmählich stille stehen, der Theil absterben und endlich in Fäulniß oder Verwesung übergehen. Man pflegt dieses örtliche Absterben und Faulen den Brand zu nennen, und zwar den kalten (trockenen oder weißen) Brand, wenn ein Theil in Folge von Blutmangel abgestorben ist, den heißen (feuchten oder schwarzen) Brand, wenn durch Stockung angehäuften Blutes der Stoffwechsel in einem Theile unterbrochen wurde.

d) Auch der Theil selbst, in welchem der Stoffwechsel vor sich geht, muß natürlich hierbei in der richtigen Weise thätig sein, denn was würde ihm alle Durchtränkung mit guter Ernährungsflüssigkeit und alles in gesunden Röhren richtig fließende nahrhafte Blut helfen, wenn er seinen Stoff nicht

auch ordentlich wechselte. Er muß also einestheils im Stande sein aus der Ernährungsflüssigkeit die Stoffe herauszunehmen, welche seine Substanzen bilden, und muß aus diesen seine eigene Substanz aufbauen (neubilden, verjüngen), anderntheils muß er aber auch die älteren seiner Bestandtheile abstoßen. Dieses Neubilden und Abstoßen kann nur bei einem zweckmäßigen Wechsel von Thätigsein und Ruhen des Theiles und bei dem gehörigen Wärmegrade richtig vor sich gehen. Denn während der Ruhe geschieht die Anbildung der jungen Substanz und in Folge des Thätigseins kommt das Absterben und Abstoßen (Mausern) der alten zu Stande. Unausgesetzte Anstrengung der Organe schwächt dieselben deshalb ebenso wie anhaltende Unthätigkeit.

e) Aus der die Körpersubstanzen durchtränkenden Flüssigkeit sind nun fortwährend noch, wenn der Stoffwechsel in Ordnung bleiben soll, zwei Arten überflüssiger Materien hinwegzuschaffen, von denen die eine gut, die andere schlecht ist. Die erstere ist der Ueberschuß, der vom Gewebe nicht verarbeitete Rest von Nahrungsstoff und heißt Lymphe, die letztere besteht aus den alten abgestorbenen (verbrannten) und flüssig gewordenen Gewebsbestandtheilen (Mauserstoffen, Gewebsschlacken). Die Lymphe wird durch besondere Röhren, welche man Lymphgefäße oder Saugadern nennt, nach dem Halse hingeschafft, und ergießt sich hier in eine große Blutader, mit deren Blute dann die Lymphe durch das rechte Herz und Lunge läuft und so, früher schon aus dem Blute stammend, nun allmählich wieder zu Blute wird. Die Mauserstoffe dagegen dringen durch die Wände der Haargefäße in den Blutstrom und werden sodann durch bestimmte Ausscheidungsorgane (wie die Lungen, Nieren, Haut und Leber) aus dem Körper entfernt.

f) Um die verschiedenen Verbrennungsprocesse in den Geweben zu unterhalten, welche theils der Neubildung und Rückbildung derselben dienen, theils deren Thätigsein unterhalten und ermöglichen, muß die gehörige Menge Sauerstoff in den Geweben vorhanden sein, dieser aber durch das Athmen in den Blutstrom gebracht und von hier in die Gewebe übergeführt werden. Die Aufspeicherung des Sauerstoffs in den Geweben, welche eine Folge theils der vermehrten Aufnahme, theils des verminderten Verbrauches desselben ist, findet vorzugsweise während der Nacht (im Schlafe) statt.

## I. Blut; Lymphe; Speisesaft.

### a) Blut.

Aus dem Blute quillt das Leben, weil aus dieser rothen, in den Blutgefäßen durch alle Theile des Körpers strömenden Flüssigkeit das Material zur Erhaltung des Stoffwechsels stammt und das Blut gewissermaßen der verflüssigte Organismus ist. Dieses aus dem Blute hervorquellende Material, welches Ernährungsflüssigkeit genannt wird, ist aber nicht roth und so dickflüssig wie das Blut, sondern dünnflüssiger und wasserhell; es enthält die meisten Bestandtheile des Blutes aufgelöst in sich und dringt fortwährend aus dem Blute hervor, während dasselbe die Haargefäße durchströmt. Dies geschieht aber so, daß die Ernährungsflüssigkeit aus dem Blutstrome durch die äußerst dünnen Wände der Haargefäße hindurch in die Gewebe des Körpers tritt und dieselben durchtränkt, ihnen alle die Stoffe zum Ersatze darbietend, aus denen die Gewebe zusammengesetzt sind und an

welchen sie in Folge des Stoffwechsels immerfort Verluste erleiden. Damit nun das Blut jedem Theile des Körpers die richtige Ernährungsflüssigkeit darbieten könne, muß es nicht nur durch den Mechanismus des Herzens, mit Hülfe des Kreislaufes, in beständiger Bewegung erhalten werden und durch die Haargefäße aller Theile gehörig durchfließen, sondern es muß auch durch die Nahrung alle die Stoffe zugeführt bekommen, aus welchen Blut und Körpersubstanz zusammengesetzt sind, demnach Wasser in großer Menge, verschiedene Eiweißkörper, Fett, Salze (besonders Kochsalz, phosphorsaure Natron-, Kali- und Kalksalze) und Eisen. Außer diesen Stoffen findet man im Blute auch noch Traubenzucker, verseifte Fette, flüchtige Säuren, einen Riechstoff, einen Farbstoff und Gase, nämlich Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure, sowie die in Folge des Stoffwechsels abgestorbenen und in's Blut zurückgeführten (verbrannten) Gewebsbestandtheile (Gewebsschlacken), welche an verschiedenen Theilen des Körpers (durch Haut, Lungen, Leber, Nieren) aus dem Blutstrom herausgeschafft werden. Wie alle Bestandtheile des Körpers, so ist auch das Blut in fortwährendem Stoffwechsel begriffen, immerfort verjüngt es sich, altert, stirbt ab und reinigt sich von seinen alten abgestorbenen Bestandtheilen.

Die Aufgaben, welche das Blut in unserm Körper zu erfüllen hat, sind demnach zweierlei Art: 1. Es hat den Organen diejenigen Stoffe zu liefern (Nahrungsstoffe und Sauerstoff), welche diese zu ihrer Ernährung und Thätigkeit (Kraftentwickelung) bedürfen und welche sie beim Thätigsein fortwährend durch Abnutzung verlieren. 2. Es hat die in den Organen unbrauchbar gewordenen und durch den Sauerstoff verbrannten Stoffe aus den Geweben aufzunehmen, und den Ausscheidungsorganen (Lungen, Leber, Nieren, Haut) zu übergeben. — Es erfüllt das Blut diese beiden Aufgaben, während es durch die ungemein zarten Netze der feinsten Gefäßchen (Haargefäße) hindurchströmt, deren für Flüssigkeiten leicht durchdringbare Wandungen dem Verkehr zwischen Gewebsflüssigkeit und Blut kein Hinderniß entgegensetzen.

Das Blut des Menschen, sowie der Säugethiere, ist, so lange es in den Blutgefäßen des lebenden Körpers fließt, eine selbst in den dünnsten Schichten undurchsichtige, etwas zähe, klebrige, alkalische Flüssigkeit von größerer Schwere als das Wasser, von rother Farbe (hochrother in den Pulsadern, blaurother in den Blutadern), von 36 bis 38° C. Wärme, von eigenthümlich fadem Geruche und salzig-süßlichem Geschmacke. — Die Menge des Blutes im menschlichen Körper ist sehr schwer zu bestimmen und nach Alter, Körperbau und Lebensweise sehr verschieden; im Durchschnitt beträgt sie etwa 7—8 Procent des Körpergewichts, so daß ein Erwachsener von 65 Kilogramm Gewicht gegen 5 Kilogramm Blut enthält. Nach den neuesten Untersuchungen soll das Verhältniß bei den Erwachsenen wie 1 zu 13, bei Neugebornen wie 1 zu 19 sein. Sehr fette, gemästete Individuen besitzen die relativ geringste Blutmenge. — Die Farbe des Blutes hängt von einem eigenthümlichen, eisenhaltigen und krystallinischen

Farbstoffe, dem Blutrothe (Hämatin) oder Hämin (s. S. 63) ab, welches stets mit einem (dem Globulin nahestehenden) hoch zusammengesetzten Eiweißkörper verbunden ist, und so das Hämoglobin (Hämatoglobulin oder Hämatokrystallin s. S. 59) darstellt, welchem das Blut die Fähigkeit verdankt, Sauerstoff locker chemisch zu binden. Aus dem Blutfarbstoffe gehen fast alle anderen im Körper vorkommenden Farbstoffe (Pigmente) hervor. Der Sauerstoff der atmosphärischen Luft wirkt sehr schnell auf den Blutfarbstoff und macht ihn hellroth, Kohlensäure dagegen dunkelblauroth. — Mit Hülfe des Mikroskops zeigt sich, daß das Blut keine reine Flüssigkeit ist, sondern ein Saft, der aus zwei ganz verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt ist, nämlich: aus einer gleichförmigen, farblosen oder schwachgelblichen, etwas klebrigen Flüssigkeit, dem „Blutliquor, Blutplasma" und aus unzähligen, in dieser Flüssigkeit schwimmenden kleinen rundlichen Gebilden (Zellen) oder scheibenartigen Körperchen, den „Blutkörperchen", von denen es farbige (rothe) und farblose (weiße) giebt. Die ersteren sind am zahlreichsten und geben dem Blute, aber nur wenn viele derselben über einander liegen, seine gesättigte rothe Farbe, denn einzeln haben sie eine gelblichrothe oder grünliche Farbe. Von den weniger zahlreichen und meistens weit größeren farblosen Körperchen kommt auf je 350 bis 500 rothe Körperchen nur ein einziges weißes; nur in dem Blute der Milzvene ist die Anzahl der weißen Körperchen eine größere, dort kommt ein weißes schon auf 70 rothe. Für ein Cubik-Millim. gesunden Männerblutes wurden 5,000,000 rother Blutkörperchen ermittelt. Bei Frauen soll die Durchschnittszahl nur 4,500,000 sein. Rechnet man für den Erwachsenen etwa 5 Kilogramm Blut, so enthalten diese nach einer ungefähren Schätzung 250,000 Millionen Blutkörperchen. Die Gesammtoberfläche der letzteren hat Welcker zu 2816 □ Meter berechnet, d. h. mit anderen Worten, sämmtliche Blutkörperchen, in einer Fläche neben einander ausgebreitet, würden eine Quadratfläche bedecken, deren Seitenlänge 80 Schritte beträgt. Das Plasma scheint dem Gewichte nach mehr als die Hälfte des Blutes auszumachen. In 100 Volumen Blutes ergaben sich 36 Vol. Körperchen und 64 Vol. Plasma. — Außer den rothen und weißen Blutkörperchen mit ihren Zwischenstufen fand man als einen constanten Bestandtheil des menschlichen Blutes unregelmäßige Klümpchen farbloser Kügelchen, die sich wie zerfallene Zellsubstanz ausnehmen.

Die **rothen Blutkörperchen** des Menschenblutes sind in so großer Zahl vorhanden, daß unter dem Mikroskope das ganze Blut aus ihnen zu bestehen scheint. — Die Form der rothen Blutkörper ist scheibenförmig; die Ränder der Scheiben sind abgerundet, die beiden Flächen tellerartig eingedrückt, vertieft. Von ihrer schmalen Kante gesehen erscheinen diese Körperchen wie kleine in der Mitte verschmälerte bisquitförmige Stäbchen. Im kreisenden Blute schwimmen alle Blutkörperchen einzeln und gleiten leicht bei einander

vorbei; beim Stocken des Blutlaufs und beim Senken im Blute, welches aus der Ader gelassen ist (denn sie sind schwerer als die Blutflüssigkeit), legen sie sich geldrollenähnlich mit der flachen Seite an einander und verkleben. Durch Wasserzusatz quellen sie unter Entfärbung kugelig auf, werden allmählich unsichtbar und vergehen endlich; bei Verdunstung des Blutes oder durch Salzzusatz schrumpfen sie zackig ein, indem sie Wasser abgeben. — Die Farbe des einzelnen Körperchens ist gelblich- oder grünlichroth; erst wenn sie in größerer Anzahl bei und über einander liegen, entsteht die tiefgesättigte Farbe des Blutrothes. — Der Consistenz nach sind sie sehr weich, biegsam und elastisch. Ob sie eine Hüllenmembran besitzen, ist sehr zweifelhaft; früher glaubte man nämlich, daß sie aus einer farblosen Umhüllungshaut und einem röthlichgelben zähflüssigen Inhalte bestünden. Neuerlich wird eine umschließende

Fig. 55.

Blutkörperchen, gegen 500 Mal vergrößert: a) Farbige Blutkörperchen des Menschen, b) geldrollenartig an einander liegend (im ruhenden Blute). c) Farblose ruhende Blutkörperchen (Lymphkörperchen) des Menschen. d) Farbige Blutkörperchen des Elephanten, e) des Kameels, f) der Ziege, g) der Taube, h) einer Schlange, i) eines Fisches, k) eines Frosches.

Haut, welche einen Inhalt einschließt, geleugnet, ebenso ein Kern im Innern, so daß also die rothen Blutkörperchen nicht als Zellen, sondern als solide Gebilde, bestehend aus einer farblosen soliden Grundsubstanz, dem sogen. „Stroma" und der dasselbe durchdringenden Lösung verschiedener chemischer Stoffe, insbesondere des Blutfarbstoffs, zu bezeichnen sind. — Die Größe und Gestalt der rothen Blutkörperchen*) wird sich nach dem größern oder geringern

*) Die rothen Blutkörperchen zeichnen sich durch eine den verschiedenen Thierarten eigenthümliche Gestaltung und Größe aus, so daß man dadurch nicht blos Menschenblut vom Thierblute, sondern auch das Blut verschiedener Thiere durch das Mikroskop von einander unterscheiden kann. — In der ganzen Reihe von Wirbelthieren treten die rothen Blutkörperchen in zwei verschiedenen Gestalten auf: entweder mit nahezu kreisförmigem oder mit ovalem Umrisse. Die Blutkörperchen der Säugethiere sind, mit Ausnahme der länglichen und gewölbten Körperchen des Kameels, Dromedars und Lamas, denen des Menschen ähnlich, nur entweder größer (beim Elephanten) oder gewöhnlich kleiner. Die Blutkörperchen der Vögel sind oval, am Rande scharf zulaufend und auf beiden Flächen in der Mitte gewölbt; die der Amphibien oval, platt und sehr groß; die der Fische meist rundlich oval, nur bei den Rundmäulern kreisrund. Die Blutkörperchen der Vögel, Amphibien und Fische haben Kerne. Fast alle wirbellosen Thiere von den Wirbelthieren nur der Amphioxus) haben farbloses oder gelbliches Blut mit farblosen Körperchen, die, von sehr mannigfacher Gestalt, den farblosen Körperchen der höheren Thiere gleichen.

Wassergehalte des Blutes, also nach der täglichen Veränderung der Blutmischung durch Nahrungsmittel, etwas ändern müssen. Je wasserreicher das Blut ist, desto mehr Wasser werden die Körperchen in sich aufnehmen und anschwellen, sie werden dagegen um so kleiner, je größer die Concentration des Blutes; ihre durchschnittliche Größe beträgt $^1/_{126}$ Millimeter. — Die chemischen Bestandtheile der rothen Blutkörperchen sind: das eisenhaltige und mit Sauerstoff in wechselnder Menge verbundene Hämoglobin (s. S. 59) und neben diesem wichtigsten Bestandtheile, außer Wasser und Gasen (Sauerstoff, Stickstoff und Kohlensäure) noch Fette, Seifen, Cholestearin, Lecithin und dessen Zersetzungsproducte (Glycerinphosphorsäure u. a.), sowie ein gelöster Eiweißkörper, das Globulin; von Salzen herrschen (wie in den Muskeln) besonders Kali- und Phosphorsäure-Verbindungen vor. — Die rothen Blutkörperchen, welche die einzigen Träger des Blutrothes sind, erscheinen insofern für den Gesammtorganismus von der größten Bedeutung, als ihr Hämoglobin beim Austausche der Athemgase die Hauptrolle spielt, indem sich in den Lungen der aus der eingeathmeten Luft stammende Sauerstoff mit ihrem Farbstoffe chemisch verbindet, diesem eine hellrothe Farbe ertheilt und von dem circulirenden Blut den verschiedenen Organen und Geweben des Körpers zugeführt wird. Das Hämoglobin besitzt aber noch die sehr unzweckmäßige Eigenschaft, daß es zu einer, dem thierischen Leben sehr gefährlichen Gasart, dem Kohlenoxydgas nämlich, eine größere chemische Verwandtschaft besitzt, als zu dem Sauerstoffe. Das Kohlenoxydgas verdrängt daher, wenn es eingeathmet wird, den zum Leben unentbehrlichen Sauerstoff aus seiner Verbindung mit dem Hämaglobin und bildet mit diesem eine festere, kirschrothe Verbindung. Sobald das Blut völlig mit Kohlenoxydgas gesättigt ist (wenn aller Sauerstoff ausgetrieben ist), tritt der Tod ein, weil die mit Kohlenoxydgas beladenen Blutkörperchen nicht mehr im Stande sind, Sauerstoff aufzunehmen. — Was das Leben der rothen Blutkörperchen betrifft, so entwickeln sich dieselben wie es scheint im kreisenden Blute allmählich aus den weißen Blutkörperchen und gehen, nachdem sie eine Zeit lang thätig gewesen und gealtert sind, in der Leber (wahrscheinlich auch in der Milz) zu Grunde. So entstehen fortwährend neue Blutkörperchen und alte gehen unter.

Die **farblosen, weißen Blutkörperchen** (Lymphkörperchen) sind nackte (membranlose), kernhaltige Zellen; sie besitzen eine körnige (maulbeerartige) Oberfläche, sind größer (etwa $^1/_{100}$ Mm. Durchmesser), und wie oben gesagt in viel geringerer Anzahl vorhanden. Ihre Form ist im ruhenden (todten) Zustande eine kugelige, im Leben besitzen sie dagegen eine wechselnde Gestalt; sie haben die Fähigkeit sich zusammenzuziehen und lebhafte Bewegungen auszuführen, welche denjenigen der Amöben (s. S. 10) gleichen und deshalb auch amöboide genannt werden. Die farblosen Blutkörperchen stimmen in allen ihren Eigenschaften mit den Zellen der Lymphe (Lymphkörperchen) überein und sind mit ihnen, sowie mit den Bindegewebs- und Eiterkörperchen geradezu identisch. Sie stammen aus den Lymphdrüsen und Follikeln, sowie aus der Milz, dem Knochenmarke und zum kleinsten Theil aus den Saftkanälchen des Bindegewebes (s. S. 80), und entstehen lediglich durch Zellentheilung. Entweder werden sie dem Blute direct (aus der Milz und dem Knochenmarke) oder mit der Lymphe zugeführt. Sie wandeln sich allmählich zu rothen Blutkörperchen um, indem sie ihren Kern verlieren, sich abplatten und Blutfarbstoff in sich aufnehmen. Es läßt sich auf diese allmähliche Umwandelung der Blutkörperchen in rothe dadurch schließen, daß man Lymphkörperchen auf verschiedenen Uebergangsstufen sich zu rothen Körperchen entwickeln sah (in der Milz und dem Knochenmark). — Die farblosen Zellen sind leichter wie die farbigen und schwimmen deshalb in langsam gerinnendem Blute oben auf. Chemisch scheinen sie, bis auf den mangelnden Farbstoff, mit den rothen Blutkörperchen übereinzustimmen.

Die **Blutflüssigkeit**, das Blutplasma, der Blutliquor, in welchem die Blutkörperchen schwimmen, stellt eine fast farblose oder schwachgelbliche, etwas klebrige, alkalische Flüssigkeit von sehr zusammengesetzter Beschaffenheit dar. Ihre Hauptbestandtheile sind dem Gewichte nach: Wasser 90% und in diesem aufgelöst etwa 8% Eiweißkörper. Von diesen letzteren bildet das Albumin die Hauptmasse. Es dient vorzugsweise als Material für die Ernährung der meisten Körpertheile, sodann ist es aber auch zur Unterhaltung des nöthigen Concentrationsgrades des Blutes, durch welchen mit Hülfe der Endosmose der Austausch zwischen dem Blute und den ein- und ausdringenden Flüssigkeiten unterhalten wird, ganz unentbehrlich. Das Eiweiß des Blutes bildet gewissermaßen einen sogenannten „eisernen Bestand" desselben, der immer in gleicher Menge vorhanden und immer in einem ganz bestimmten Verhältnisse zu seinem Wassergehalte stehen muß, wenn nicht krankhafte Störungen in der Blutbeschaffenheit eintreten sollen. — Durch die chemische Verbindung von zwei Eiweißkörpern (der fibrinogenen und fibrinoplastischen Substanz s. S. 58), welche im Blute getrennt aufgelöst sind, entsteht beim Absterben des Blutes der sogen. Faserstoff (Fibrin), welcher in Form verfilzter Fasern fest wird und dann ein faseriges Gerinnsel darstellt. Er ist es, welcher bewirkt, daß das Blut, wenn es aus der Ader austritt oder in dieser still steht, gerinnt. Bei Blutungen spielt er insofern eine wichtige Rolle, als er durch die von ihm gebildeten Gerinnsel die geöffneten Gefäße verstopft und dadurch zur Stillung der Blutung beiträgt. — Es finden sich ferner noch in der Blutflüssigkeit geringe Mengen von unorganischen Stoffen (die nach dem Verbrennen als Asche zurückbleiben), die zur Ernährung dienen und unter denen das Kochsalz der Masse nach vorwiegt. Außerdem phosphorsaurer Kalk und Bittererde, besonders wichtig für die Ernährung der Knochen Alkalien (phosphorsaures Natron), deren beständige Anwesenheit im Blute deshalb unentbehrlich ist, weil sie die dem Blute schädliche Kohlensäure in den Haargefäßen an sich ziehen und so lange festhalten, bis dieselbe in den Lungen aus dem Blute entfernt wird. — Es findet sich ferner: ein eigenthümlicher Riechstoff und ein gelber Farbstoff. — Außer diesen genannten beständigen Bestandtheilen giebt es auch noch einige wechselnde, die entweder dem Blute aus den Nahrungsmitteln zugeführt werden und zur Ernährung der Gewebe sowie zur Kraftentwickelung dienen, wie Fette, Seifen, Zucker ꝛc., oder die als unbrauchbare, durch Abnutzung der Organe bei ihrem Thätigsein entstanden, vom Blute aufgenommen und aus dem Körper entfernt werden (s. s. die Oxydationsstufen der Eiweißkörper: Kreatin, Kreatinin, Sarkin, Harnstoff, zuweilen Hippur- und Harnsäure). — Von Gasen finden sich Sauerstoff (der aber vom Plasma nur absorbirt und nicht wie in den Blutkörperchen durch Hämoglobin locker chemisch gebunden ist), Kohlensäure und Stickstoff in der Blutflüssigkeit.

Wird Blut aus der Ader in ein Gefäß gelassen, so stößt es zuvörderst an der Luft einen in der Kälte sichtbaren Dampf (Wasserdunst mit Riechstoff) mit dem eigenthümlichen Blutgeruche (Blutdunst) aus, welcher bei verschiedenen Menschen und Thieren verschieden ist, bei Männern etwas stärker als bei Frauen. Er hat Aehnlichkeit mit dem der Hautausdünstung und rührt wahrscheinlich von einem dem Blute beigemengten Fette her. Nach einigen (2—14) Minuten gerinnt (coagulirt) das Blut, indem es von der Oberfläche und dem Umfange her allmählich zäher und gallertartig, nach und nach immer fester wird und endlich (nach 10—12 Stunden) in zwei Theile, in einen flüssigen und einen festen geschieden ist. Der flüssige

Theil heißt Blutwasser (Serum), ist schwachgelblich und enthält, bis auf das abgeschiedene Fibrin, sämmtliche Theile des Plasmas. Der feste im Serum schwimmende Theil, welcher nach und nach die Gestalt vom Innern des Gefäßes, in welches das Blut gelassen wurde, annimmt, wird Blutkuchen (Blut-Coagulum) genannt und besteht aus dem festgewordenen, früher im Blutliquor in Form von zwei Eiweißkörpern aufgelösten Faserstoff und aus den darin eingeschlossenen Blutkörperchen. Verzögert sich die Gerinnung aus irgend welchem Grunde, oder senken sich, bei normaler Gerinnungszeit, die rothen Blutkörperchen rascher wie gewöhnlich, dann besteht die oberste Schicht des Blutkuchens nur aus Plasma und Faserstoff und enthält keine rothen, oft aber farblose Körperchen, ist deshalb graulich oder gelblichweiß. Sie wird Speckhaut (auch Entzündungshaut, weil sie früher für ein Zeichen der Entzündung gehalten wurde) genannt. Im Blute der Männer geht die Gerinnung langsamer vor sich, der Kuchen wird aber dichter als im weiblichen Blute; das Pulsaderblut gerinnt schneller als das Blutaderblut; atmosphärische Luft, sowie Schütteln, Umrühren und Quirlen, erhöhte Temperatur beschleunigen das Gerinnen, während Säuren, Salze und Alkalien dasselbe verzögern oder ganz aufheben. Durch Peitschen des frisch entleerten Blutes mit einem Stäbchen erhält man den Faserstoff rein, indem er sich beim Gerinnen in Form von weißen Fasern an das Stäbchen ansetzt; die zurückbleibende und nun natürlich nicht mehr gerinnungsfähige Flüssigkeit, das geschlagene oder defibrinirte Blut, besteht aus dem Serum und aus den Blutkörperchen. — Am schnellsten gerinnt das Blut der Vögel, langsamer das der Säugethiere und am langsamsten das der Amphibien und Fische.

Pulsader- (arterielles) und Blutader- (venöses) Blut unterscheiden sich sofort durch ihre Farbe und diese ist von den vorhandenen Gasen abhängig. Das arterielle Blut ist nämlich hellroth und enthält mehr Sauerstoff als das dunkle, fast blaurothe venöse Blut, welches dagegen reicher an Kohlensäure ist. Außerdem soll das Arterienblut mehr Wasser, Fibrin, Salze, Zucker und Extractivstoffe, dagegen weniger Blutkörperchen enthalten, als das venöse. Seine Temperatur ist durchschnittlich um 1° C. höher. Blut, welches künstlich vermittelst der Luftpumpe von seinen Gasen befreit wird, sieht fast schwarz und durch Zerstörung der Blutkörperchen lackfarben aus. Auch das Blut erstickter Thiere ist schwarz und fast sauerstofffrei.

### b) Lymphe.

Die Lymphe ist eine dem Blute und dem aus den Nahrungsmitteln gezogenen Speisesafte sehr ähnliche weiße, schwach opalisirende Flüssigkeit, welche sich aber vom Blute durch ihren Mangel an rothem Farbstoffe, ihre Armuth an den faserstoffbildenden Eiweißkörpern und größeren Wassergehalt, sowie vom Speisesaft durch geringern Fettgehalt unterscheidet. Es stammt die Lymphe übrigens aus dem Blute

selbst, denn sie ist nichts als der Ueberschuß der aus dem Blutstrome durch die Haargefäßwände hindurchgeschwitzten Ernährungsflüssigkeit, welchen die Gewebe nicht in ihre Substanz umzuarbeiten vermochten. Sonach muß sich Lymphe so ziemlich in allen Geweben des Körpers vorfinden; von hier wird sie aber durch die Lymphgefäße (Saugadern) in das Blut zurückgeschafft und dient also der Neubildung desselben.

Die Lymphe bildet eine dünnflüssige, farblose oder weißliche, bald durchsichtige, bald etwas trübe Flüssigkeit von schwachsalzigem Geschmacke und fadem Geruche, welche wie das Blut aus einem gleichförmigen Liquor (Plasma) und aus kleinen, nur durch das Mikroskop wahrnehmbaren Körperchen besteht. Das Lymphplasma ist dem Blutplasma ähnlich aus Wasser, Eiweiß, faserstoffbildenden Eiweißkörpern, Fett, Salzen u. s. w. zusammengesetzt und gerinnt seines Faserstoffgehaltes wegen ebenfalls außerhalb der Lymphgefäße zu einem Lymphkuchen. Diese Gerinnung der Lymphe, nachdem sie aus den Lymphgefäßen entleert worden ist, tritt langsamer als die des Blutes, etwa nach 4 bis 20 Minuten, ein und es bildet sich ein gallertartiges Faserstoff-Gerinnsel (Lymph-Coagulum), welches die Lymphkörperchen einschließt. — Die Lymphkörperchen gleichen völlig den farblosen Blutkörperchen (s. Fig. 55c) und wandeln sich höchst wahrscheinlich, sobald sie in den Blutstrom gelangt und in diesem einige Zeit als farblose Blutkörperchen herumgeschwommen sind, allmählich zu farbigen Blutkörperchen um. — Je mehr die Lymphe in ihrem Laufe zum Blute sich diesem nähert und je mehr sie die später zu besprechenden Lymphdrüsen passirt hat, desto ähnlicher wird sie dem Blute, ohne aber dessen Zusammensetzung ganz zu erreichen. Sie wird nämlich röthlich und immer röther, sowie gerinnbarer (faserstoffreicher). — Die verschiedenartigen Körperchen der Lymphe (granulirte Zellen von bedeutender Größe mit mehrfachen Kernen, kleine Zellen mit einfachem Kern, unregelmäßige Klümpchen) entstehen durch Zellentheilung in den Lymphdrüsen und den Follikeln, in der Milz, in dem Knochenmark sowie in geringerer Menge in den Saftkanälchen des Bindegewebes. Die in den Lymphdrüsen und in den Saftkanälchen gebildeten Körperchen werden mit der Lymphe in's Blut ergossen, die der Milz und des Knochenmarks dagegen dem Blute direct beigemischt. Die Umwandelung farbloser Blutkörperchen in rothe geschieht wahrscheinlich im Blute; in der Milz und im Blute hat man zahlreiche Uebergangsformen beobachtet. Ueber die Gesammtmenge der Lymphe und des Chylus schwanken die Angaben der Forscher zwischen $^1/_4$ und $^1/_{12}$ des Körpergewichts; soviel steht zweifellos fest, daß der Lymphstrom einen ganz enormen Säftestrom darstellt, welcher den Organismus von Zelle zu Zelle durchfließt und beständig den Stoffverkehr der verschiedenen Gewebe vermittelt.

Die Fortschaffung der Lymphe aus den verschiedenen Geweben des Körpers geschieht mit Hülfe der feinen, dünnwandigen und klappenreichen Lymphgefäße oder Saugadern (s. S. 201), welche maschenförmige Capillarnetze, mit dazwischen befindlichen Safträumen, in den Geweben bilden, sich allmählich zu Stämmchen zusammensetzen, welche die Blutadern begleiten, dann ein oder mehrere Lymphdrüsen durchsetzen und endlich sich in zwei Hauptgängen vereinigen. Der eine größere Gang, der Milchbrustgang (s. S. 170 Fig. E,m) hat die Dicke eines Rabenfederkiels, nimmt seinen Anfang hinten in der Bauchhöhle vor dem 1. und 2. Lendenwirbel, läuft längs der Wirbelsäule im Innern der Brusthöhle bis zum Halse hinauf und ergießt sich linkerseits in die Vereinigungsstelle der gemeinschaftlichen Drosselader und der Schlüsselbeinblutader. Er nimmt die Saugadern der ganzen unteren Körperhälfte, der ganzen linken und des untern Theils der rechten Brusthälfte, der linken Hals- und Kopfhälfte und des linken Armes auf. Der kurze rechte Saugaderstamm nimmt die Lymphgefäße der rechten Hälfte des Kopfes und Halses, die des obern Theils der rechten Brusthälfte und des rechten Armes auf und mündet rechterseits in den Winkel zwischen der gemeinschaftlichen Drosselader und der Schlüsselbeinblutader. Auf diese Weise gelangt die Lymphe, und ebenso auch der Speisesaft, in den Blutstrom kurz vor dessen Eintritt in das Herz und die Lungen. Was die Lymphdrüsen und Follikel betrifft, so wird die Lymphe in diesen Organen dem Blute ähnlicher gemacht und mit Lymphkörperchen versehen; sie finden sich namentlich am Halse, in der Achselgrube, der Schenkelbeuge, in der Brust- und Bauchhöhle in größerer Anzahl.

Der Eintritt der Lymphe durch die äußerst dünnen und durchdringbaren Wände der Saugadern in die Höhlen dieser Röhren geschieht mit Hülfe der Capillarität und Endosmose (s. S. 87). Daß aber vorzugsweise die blutähnliche Lymphe in diese Adern gelangt, kommt daher, weil wohl die dem Blute unähnlichen Gewebsschlacken, die sich überall neben dem Ueberschusse der Ernährungsflüssigkeit (der Lymphe) vorfinden, nicht aber blutähnliche Flüssigkeiten nach dem Gesetze der Endosmose durch die Haargefäßwände in den Blutstrom eindringen können und in diesem schnell hinweggeführt werden, so daß leicht neue Schlacken nachfolgen können. Auf diese Weise bleibt den Saugadern überhaupt blos Lymphe zur Aufnahme übrig und nur wenn die Blutgefäße nichts mehr oder weniger aufnehmen, dann führen die Lymphgefäße auch die dem Blute unähnlichen Stoffe fort, wie dies Versuche mit Giften an Thieren gezeigt haben. Deshalb finden sich auch bei entzündlichen Blutstockungen in den Haargefäßen, wo auch die Auffaugung durch die Gefäße stocken muß, die Lymphgefäße und die nächsten Lymphdrüsen sehr oft angeschwollen. — Das Fortschaffen der Lymphe innerhalb der Saugadern geschieht theils mit Hülfe der Zusammenziehung der muskulösen Wand dieser Röhren, theils durch die Zusammenziehung der Muskeln, zwischen denen die Saugadern verlaufen und Druck erleiden, theils durch die Ausdehnung des Herzens und des Brustkastens, wodurch die Lymphe am Halse, bei der Einsenkung des Milchbrustganges in die Blutadern, in den Blutstrom und in die Brusthöhle hineingesogen wird. An der Aufnahme der Lymphe aus dem Muskelgewebe betheiligen sich ferner in hervorragendem Maaße die Sehnen und Fascien der Skeletmuskeln. Dieselben besitzen äußerst feine Oeffnungen, in welche durch das rhythmische Anspannen und Erschlaffen der Sehnen Lymphe eingepumpt wird. Ein solcher Wechsel zwischen Anspannen und Erschlaffen der Sehnen, bei welchem die Sehnen wie Saugpumpen auf die im Muskelgewebe enthaltene Lymphe wirken, findet bei jeder Bewegung statt. Darum unterstützt jede Bewegung und jeder Athemzug in wirksamster Weise die Lymphbewegung. — Die Bewegung der

Lymphflüssigkeit zum Blute hin geschieht sehr langsam, besonders wegen des bedeutenden Widerstandes, welchen die Lymphdrüsen bieten.

### c) Speisesaft, Chylus.

Speisesaft, Chylus oder Darmlymphe wird die das Blut ernährende und also dem Blut ähnlich zusammengesetzte Flüssigkeit genannt, welche während der Dünndarmverdauung aus dem Speisebrei durch endosmotische Vorgänge bereitet wird und sich von der Lymphe nur durch ihren enormen Fettgehalt während der Verdauung fetthaltiger Nahrung unterscheidet. Das Fett giebt dem Speisesafte seine Undurchsichtigkeit und milchweiße Farbe; es bildet theils einzelne, theils zusammengehäufte Tröpfchen, größer als die der Lymphe. Nach fettfreier Nahrung ist der Speisesaft klar und durchsichtig wie die Lymphe. — Unter dem Mikroskope sieht man im Speisesafte eine Menge von Körnchen, Kernen und Zellen (Chyluskörperchen). — Je mehr der in den Lymphgefäßen fließende, durch die Contractionen der Darmzotten vorwärts bewegte Speisesaft auf seinem Wege sich dem Milchbrustgange nähert und je öfter er dabei Lymphdrüsen passirt hat, desto ärmer wird er an Körnchen und desto reicher an Zellen, welche letztere dann als weiße Blutkörperchen im Blute zum Vorschein kommen. Das Chylusgefäßsystem bildet somit eine der wichtigsten Quellen für die unausgesetzte Erneuerung und Verjüngung des Blutes, insofern es diesem beständig Fette, Eiweißkörper und wichtige Salze zuführt.

## II. Gefäßgewebe und Gefäßsystem.

### Blut- und Lymphgefäße; Lymphdrüsen; Blutdrüsen.

Die große Menge dickerer und dünnerer Röhren, welche den menschlichen Körper in baum- und netzförmiger Ausbreitung durchziehen, und die sich vermöge ihrer weichen elastischen und zusammenziehbaren Wände zu erweitern und zu verengern im Stande sind, nennt man im Allgemeinen Gefäße oder Adern. Sie führen entweder eine rothe Flüssigkeit, das Blut, und zwar fortwährend im Kreise herum (d. i. der Kreislauf des Blutes), nämlich vom Herzen aus nach allen Theilen hin und von diesen wieder zum Herzen zurück, und das sind die Blutgefäße; oder sie schaffen eine weiße blutähnliche Flüssigkeit, die Lymphe, von allen Theilen des Körpers nach dem Herzen hin und ergießen diese in das Blut vor dessen Eintritt in das Herz, und diese nennt man Lymphgefäße oder Saugadern. Die Saugadern des Magens und Darmkanals nehmen zur Zeit der Verdauung aus den Nahrungsmitteln den Speisesaft oder Chylus auf und werden dann auch Speisesaft- oder Chylusgefäße genannt. — Von Blutgefäßen giebt es drei verschiedene Arten, nämlich: Puls- oder Schlag-

adern (Arterien), welche das Blut vom Herzen nach den einzelnen Theilen des Körpers stoßweise hinschaffen und hier allmählich in die äußerst feinen nur mit dem Mikroskop erkennbaren Haargefäße (Capillaren) übergehen, welche alle eigentlichen Ernährungsvorgänge der Gewebe vermitteln; die Haargefäße setzen sich sodann ununterbrochen in die Blutadern (Venen) fort, durch welche das Blut aus den Haargefäßen zum Herzen wieder zurückgeführt wird. Sonach sind alle drei Abtheilungen des Gefäßsystems keineswegs durch scharfe Grenzen von einander getrennt, sondern sie gehen unmerklich in einander über, die Pulsadern in die Haargefäße und diese in die Blutadern. Nur an einzelnen wenigen Stellen (den sogen. schwellbaren oder cavernösen Geweben) des Körpers gehen größere Arterienzweige unmittelbar in größere Venenstämme über, ohne durch Haargefäße mit einander verbunden zu sein. Alle Blutgefäße des ganzen Körpers stehen also in ununterbrochenem Zusammenhange und das Blut verläßt deshalb unter normalen Verhältnissen niemals diese Röhren. Ein Blutausfluß, eine Blutung, kann nur dann erfolgen, wenn die Wand eines Blutgefäßes zerstört wird, was durch Zerschneiden, Zerreißen, Zerbersten (besonders in Folge von Krankheiten der Gefäßwand und von Blutüberfüllung der Gefäßhöhle) u. s. w. veranlaßt werden kann. Dagegen können, wie man in neuerer Zeit beobachtet hat, unter regelwidrigen Verhältnissen, sowohl rothe wie farblose Blutkörperchen die Haargefäße ohne Zerreißung ihrer Wand verlassen (d. i. „Diapedesis"). Bei Stauungen im Abflusse des Venenblutes treten rothe und bei Entzündung vorzugsweise farblose Blutkörperchen aus; die letzteren erscheinen dann als Eiterkörperchen. Ob dieser Austritt durch active amöboide Bewegungen oder durch eine Art Filtration geschieht, oder durch vorhandene Oeffnungen (Stomata, Poren) ist noch nicht endgültig entschieden.

Die Wände der Blutgefäße sind verschieden gebaut. Die Wand der größeren und größten Gefäße ist für Flüssigkeiten ganz undurchgängig, und so wird nicht schon vor Ankunft des Blutes in den Haargefäßen dasselbe durch Abgabe und Aufnahme von Stoffen für die Ernährung untauglich gemacht. Die Wände der das Blut nur leitenden größeren Gefäße sind so vollkommen undurchdringlich für Blutbestandtheile, daß sie zu ihrer eigenen Ernährung besonderer Ernährungsgefäße bedürfen. — Erst wenn die Blutgefäße den Ort erreicht haben, wo sie Ernährungsflüssigkeit, Ab- und Aussonderungsflüssigkeiten abgeben, erst da bekommen ihre Wände die ihnen für diesen Zweck unerläßliche Eigenschaft, nämlich die Durchgängigkeit, welche einen Wechselverkehr zwischen dem Blut und den Gewebsflüssigkeiten gestattet. Diese Eigenschaft kommt aber nur den Haargefäßen zu, deren Wände, selbst aus Zellen entstanden, sich hinsichtlich der Endosmose noch vollkommen wie Zellenmembranen verhalten. — Die Blutgefäße stehen wäh-

rend des Lebens und im normalen Zustande beständig unter einem ihre Weite unabläſſig regulirenden Einflusse von Gefäßnerven, die vom Sympathicus (s. S. 182) herkommen, nach neueren Untersuchungen sich aber durch das Rückenmark hindurch bis in das verlängerte Mark des Gehirns verfolgen lassen, wo an einem engbegrenzten Ort, der keinen größern Umfang als den einer mäßig großen Glasperle einnimmt, ein gemeinschaftliches Centralorgan, ein „Gefäßnervencentrum" zu liegen scheint, welches sich in unausgesetzter rhythmischer Erregung befindet, die von der im Blute vorhandenen Kohlensäure abhängig erscheint. An demselben Orte vereinigen sich Nervenfäden aus allen empfindlichen Stellen unseres Körpers und außerdem Nervenfasern, die mit den Hemisphären des großen Gehirns, dem Sitze der höheren geistigen Thätigkeit, in Verbindung stehen und hier ist es, wo die reflektorische Einwirkung der psychischen und körperlichen Zustände auf die Gefäßwände stattfindet. Wie auf die Herzbewegung, so scheinen auch auf die Erregung des Gefäßnervencentrums hemmende und verstärkende Einflüsse stattzufinden und wie dort, so üben auch hier Fasern des zehnten Hirnnervenpaares (Vagus) hauptsächlich eine hemmende Wirkung.

Was den *Bau der Wand der Blutgefäße* betrifft, so unterscheiden sich die genannten drei Arten in mancher Hinsicht von einander. Denn während zuvörderst die *Haargefäße* nur eine einzige aber nicht structurlose feinkörnige oder feinzellige Haut haben, welche dem Oberhäutchen der größeren Gefäße entspricht, ist in den größeren Gefäßen die Zahl der Hautlagen auf drei vermehrt, welche als Innenhaut, mittlere oder Ringfaserhaut und als äußere Haut bezeichnet werden. Das Gewebe dieser drei Häute besteht nun aber aus Binde- und elastischem Gewebe in der äußeren Haut, aus queren glatten Muskelfasern in der mittleren Haut und aus Oberhautgewebe in der inneren Haut, welche bei größeren Gefäßen mit einer bindegewebigen Längsfaserschicht bekleidet ist. Von der Zusammenziehungsfähigkeit der Muskelfasern hängt allein die Weite der Gefäße ab. Die *Pulsadern*, welche den Stoß des Herzens auszuhalten haben, besitzen die dickste Wand mit viel muskulösem und elastischem Gewebe, weshalb sie auch bei Verletzungen und Durchschneidungen nicht wie die dünnwandigen Blutadern zusammenfallen, sondern offen stehen bleiben und so zum Verbluten Veranlassung geben können. Von den dünnwandigen *Blutadern* sind viele, besonders die unter der Haut und zwischen den Muskeln verlaufenden, in ihrem Innern mit *Klappen* versehen, weshalb das Blut in ihnen nicht rückwärts fließen kann. — Vermöge ihrer Elasticität und der von den Muskelfasern abhängigen Zusammenziehungsfähigkeit (Contractilität) können die Blutgefäße bei der Circulation des Blutes insofern mithelfen, als sie durch ihre Verengerung dasselbe vorwärts drücken. Da sie aber zu ihrer Ernährung und Thätigkeit ebenfalls Blutgefäße und Nerven in ihrer Wand bedürfen (nur in den Haargefäßen fehlen Nerven und Gefäße), so sind die Gefäße auch wie andere gefäß- und nervenreiche Theile mannigfachen Krankheiten ausgesetzt, unter denen das Hart- und Sprödewerden (besonders im Alter), sowie das Mürbewerden bei sehr fetten Personen deshalb von großer Wichtigkeit ist, weil diese Zustände zur Zerreißung der Gefäße und dadurch zu Schlagflüssen Veranlassung geben können. — *Die nervösen Beeinflussungen der Gefäße* sind während des Lebens sehr wechselnd. Sie sind es, wodurch die Blutvertheilung im Körper je nach dem Bedürfniß der

Organe geregelt wird. Solchen, welche einer gesteigerten Blutzufuhr bedürfen (wie: dem arbeitenden Gehirn, den arbeitenden Muskeln, dem verdauenden Magen, den absondernden Drüsen, der schwangeren Gebärmutter u. a.), wird durch nervöse Erweiterung der Gefäße eine größere Menge Blutes zugeführt. Es geschieht dies höchst wahrscheinlich auf reflectorischem Wege. Denn deutlich zeigt sich, wie durch Reizung sensibler Hautnerven und durch Reflex auf Gefäßnerven in Gefäßen Zusammenziehung (Verengerung) und nachträglich Erweiterung (die Ermüdung der Gefäßmuskulatur) eintreten. Gesteigerte Temperatur wirkt erweiternd, Kälte verengernd auf die Gefäße; daß auch psychische Alterationen vom Gehirne aus auf die Gefäßnerven wirken können, beweist die Blässe des Schreckens und die Schamröthe.

Die Lymphgefäße oder Saugadern besitzen wie die Blutadern, von denen sie auch fast überall begleitet werden, dünne Wände und zahlreiche Klappen im Innern, so daß die Lymphe stets gegen das Herz hin zu laufen gezwungen ist. Die größeren Lymphgefäße besitzen wie die Blutgefäße drei Häute. Die innerste Haut besteht aus einem Oberhäutchen von verlängerten Zellen, die auf einem elastischen Fasernetze aufliegen. Die mittlere Haut ist aus querverlaufenden glatten Muskelfasern und ebenfalls querverlaufenden elastischen Fasern gebildet. Die äußere Haut zeigt Bindegewebsfasern, welche der Länge nach verlaufen und wenige längsverlaufende glatte Muskelfasern eingestreut enthalten. Mit den Lymphgefäßen im engsten Zusammenhange stehen die Lymphdrüsen, innerhalb welcher die Lymphe und der Speisesaft dem Blute allmählich ähnlicher gemacht werden, und zwar durch Aufnahme von Lymphkörperchen.

Ueber den Ursprung der Lymphgefäße ist man noch nicht ganz im Klaren. Soviel scheint aber ausgemacht, daß sie mit den sogen. Saftkanälchen des Bindegewebes im Zusammenhange stehen und daß diese gleichsam als die feinsten Anfänge der Lymphcapillaren anzusehen sind (s. S. 80). — Die sogen. serösen Säcke (die Spinnwebenhaut, das Brust- und Bauchfell, der Herzbeutel) sind als große, mit Lymphe erfüllte Spalträume anzusehen, welche durch kleine Oeffnungen oder Stomata mit den Lymph-Haargefäßen der anliegenden Gewebe in Verbindung stehen.

**Lymphdrüsen** sind diejenigen rundlichen 2—25 Millimeter langen Körper, denen die Lymphgefäße ihren rohen Saft zuführen und dem sie dann aus ihrem Inhalte geformte Elemente „Lymphkörperchen" zumischen, und damit dem Blute ähnlicher machen. Die Lymphdrüsen, denen sich die Milz und Thymus, die man früher als Blutgefäßdrüsen bezeichnete, anreihen, sind also die Brutstätten der weißen und rothen Blutkörperchen. Auch das Knochenmark mit seinen Markzellen wird in neuerer Zeit als Blutkörperchenbildungsorgan angesehen, welches neue Lymphkörperchen zu bilden im Stande ist. Die massenhafte Neubildung der farblosen Blutelemente (welche durch Theilung der Zellen in beständiger Vermehrung begriffen sind) scheint auf die genannten Bildungsorgane derart vertheilt zu sein, daß eines das andere in seiner Thätigkeit ersetzen und unterstützen kann. Bei Thieren, denen man ohne übele Folgen einzelne dieser Organe entfernen kann,

treten die übrigen dafür vikariirend ein und vergrößern sich dem entsprechend. Die einfachsten Lymphdrüsen sind geschlossene Bälge oder Follikel, die sich an den Anfängen der Speisesaft und Lymphgefäße befinden. Die Follikel liegen in der Darmschleimhaut entweder vereinzelt (im ganzen Darm) oder in Haufen beisammen (als Peyer'sche Haufen, im untern Theile des Dünndarms); auch die Mandeln oder Tonsillen bestehen vorwiegend aus solchen Follikeln. Die zusammengesetzteren Lymphdrüsen stellen eigentlich auch nur combinirte Follikel vor und finden sich locker im fettreichen Zellgewebe eingehüllt und meist in Gruppen bei einander liegend vorn an beiden Seiten des Halses und am Nacken, in der Achselhöhle und der Ellenbeuge, an den Lungenwurzeln und im Darmgekröse, sowie in der Leistengegend und in der Kniekehle; aber auch an vielen anderen Stellen werden Lymphdrüsen zerstreut vorgefunden. — An jeder Lymphdrüse finden sich zuführende und abführende Lymphgefäße, die ersteren treten an die Hülle der Drüsen heran, durchsetzen diese und münden in je einen Lymphraum ein, welcher aus einem dichten Netzwerk feiner kernhaltiger Fasern besteht, in dessen Maschen zahlreiche, den Lymphkörperchen ähnliche zellige Elemente liegen; auf der entgegengesetzten Seite sammeln sich die abführenden Lymphgefäße wieder und verlassen den Lymphraum. Der Follikel enthält einen, die Lymphdrüsen zahlreiche derartige Lymphräume (Alveolen). Während die Lymphe durch die Lymphräume fließt, nimmt dieselbe einen Theil der lose in dem feinen Bindegewebsnetze eingebetteten Zellen auf und enthält deshalb, wenn sie die Drüse verlassen hat, beträchtlich mehr Lymphkörperchen als zuvor. Auch scheinen bedeutende chemische Umwandelungen mit der Lymphe in den Drüsen vor sich zu gehen, da die ausfließende Lymphe sich von der einströmenden unterscheidet, namentlich gerinnbarer wird.

Fig. 56.

Lymphdrüse im Durchschnitt und vergrößert. a Hülle, b Scheidewände zwischen den Alveolen c, d Lymphräume, e zuführende f und g abführende Lymphgefäße

**Bau der Lymphdrüsen.** Jede Drüse hat eine bindegewebige und mit glatten Muskelfasern versehene Hülle, die ein reiches Balkennetz von sich in das Innere der Drüse abschickt, wodurch dieses (das Hilusstroma mit Blut- und Lymphgefäßen) in eine große Anzahl von unter einander zusammenhängenden Hohlräumen getrennt wird, die nach außen (in der sogen. Rindensubstanz) eine mehr rundliche und ziemlich scharf ausgeprägte Gestalt haben (die Alveolen), nach innen (in der Markfubstanz) dagegen mehr länglich oder strangförmig und mit einander verschmolzen sind. Innerhalb dieser Alveolen und schlauchförmigen Hohlräume liegt nun das eigentliche Drüsengewebe und dieses besteht aus einer großen Menge rundlicher Zellen (Lymphkörperchen), die in der Mitte der Hohlräume einen

festern, Blutgefäße enthaltenden Kern (in der Rindensubstanz einen lugeligen Knoten, den Rindenknoten, in der Marksubstanz einen strangförmigen Kern, den Markstrang) bilden. Die außen um den Kern herumliegenden Zellen befinden sich nicht ganz frei in den Alveolen, sondern sind in ein Netz feiner, aus Bindegewebskörperchen bestehender Fasern, die von dem Balken abgehen, eingebettet. Zwischen dem Balken und der eigentlichen Drüsensubstanz befinden sich die „Lymphräume", welche ein vielverzweigtes Kanalnetz für die durchströmende Lymphe bilden. — Es scheinen die zellenerfüllten Räume der Lymphdrüsen nichts anderes zu sein als ein sehr erweitertes Bindegewebs-Saftkanälchen-System, dessen Grundsubstanz sich zu einem feinen Fasernetz aufgelöst hat. In diese Räume münden die zuführenden Lymphgefäße. Es muß also die zugeführte Flüssigkeit die Hohlräume passiren und zwischen den Zellen ihren Weg suchen, wobei sie mit dem in den Capillaren strömenden Blute in regen endosmodischen Verkehr tritt.

Die **Milz**, welche dicht unter dem Zwerchfell links oben in der Bauchhöhle, innerhalb der letzten Rippen, ihre Lage hat, eine bohnenförmige Gestalt und etwa die Größe einer Kinderfaust besitzt, wurde früher als Blutgefäßdrüse bezeichnet, wird aber gegenwärtig mit der Thymusdrüse dem Lymphsystem zugezählt. Sie hat, wie die Lymphdrüsen, keinen Ausführungsgang und ist ihrem Baue nach eigentlich als eine sehr große und äußerst blutreiche Lymphdrüse zu betrachten, in welcher nur die Blutgefäße die Rolle der Lymphgefäße übernommen haben. Auch hier, in den unzähligen engen Hohlräumen der Milz, mischen sich Bestandtheile des Blutes mit Lymphkörperchen. Es scheint nach der Untersuchung des Blutes, welches aus der Milz ausströmt und durch die Milzblutadern in die Pfortadern läuft, daß in der Milz zahllose junge farbige und farblose Blutkörperchen entstehen. Sicher ist es, daß im Milzvenenblute eine sehr viel größere relative Menge von weißen Blutkörperchen vorkommt als in anderen Blutarten (auf siebzig rothe schon ein farbloses). Die rothen Blutkörperchen selbst sind kleiner und weniger abgeplattet; auch will man zahlreiche Uebergangsstufen von weißen in rothe Blutkörperchen beobachtet haben. Von Einigen wird die Milz auch als Untergangsstätte alter, farbiger Blutkörperchen angesehen, wofür die Thatsache zu sprechen scheint, daß die Farbstoffablagerungen der Milz eisenhaltig sind; indeß ist die Thätigkeit der Milz durchaus noch nicht vollständig aufgeklärt. Bei Thieren kann man die Milz künstlich ohne Gefährdung des Lebens entfernen; gewöhnlich folgt darauf eine vikariirende Anschwellung der Lymphdrüsen, insbesondere derjenigen des Unterleibs, eine Thatsache, welche mit großer Wahrscheinlichkeit auf identische Functionen der Milz und des Lymphsystems zu schließen berechtigt. — Die Elasticität des Milzgewebes erlaubt diesem Organ, sich leicht auszudehnen und nach der Ausdehnung wieder zu seiner ursprünglichen Größe zurückzukehren. Es scheint seine Ausdehnung je nach dem Zustande der Baucheingeweide zu verändern; seine größte Ausdehnung erreicht es ungefähr sechs Stunden nach einer vollen Mahlzeit und kehrt dann nach etwa sieben Stunden wieder zu seinem kleinsten Umfange zurück. — Die Krank-

heiten der Milz sind für den Arzt noch ganz dunkel; bedeutende Vergrößerungen dieses Organs kommen bei Wechselfieber, Typhus, Weißblütigkeit und anderen Blutkrankheiten zur Beobachtung. — Innerhalb und außerhalb der Milz finden sich manchmal kleine beerenförmige Nebenmilzen.

**Bau der Milz.** Auf dem Durchschnitte der Milz zeigt sich das Gewebe als eine dunkelrothe schwammige Masse (Milzpulpe), überstäet mit ganz kleinen weißlichen Punkten. Letztere sind kugelförmige Körperchen und werden Milzkörperchen oder Malpighi'sche Bläschen genannt; sie sind als wahre Lymphfollikel zu betrachten. Die äußerste, mit Bauchfell überkleidete Hülle der Milz ist weiß, sehr fest und faserig-sehnig; sie sendet eine große Menge Fortsätze (Balken) in das Innere des eigentlichen Milzgewebes, die (aus Bindegewebe mit elastischen Fasern bestehend) sich nach allen Richtungen hin verästeln und unter einander zusammenhängen, so daß ein reiches Maschenwerk mit zahlreichen und unter einander in Verbindung stehenden Hohlräumen von unregelmäßiger Gestalt gebildet wird. In diesen durch die Balken gebildeten Hohlräumen liegt das eigentliche rothe Milzgewebe, die „Milzpulpe", und diese ist ganz ähnlich gebaut, wie das eigentliche Drüsengewebe der Lymphdrüsen. Sie besteht nämlich aus einem feinen Netzwerke von unter einander verbundenen Fasern, welche die feinsten Verzweigungen der immer zarter werdenden Milzbalken sind und ein dichtes engmaschiges Bindegewebskörperchen-Netz bilden. Innerhalb dieses Netzes sind in kleinen Maschen die rundlichen kernhaltigen Gewebszellen der Milz eingelagert (häufig 1, bisweilen 2 oder 3 Zellen), zwischen denen dann noch größere blasse zellenartige Gebilde, körnchenhaltige und blutkörperchenhaltige Zellen, sowie Blutkörperchen (in normaler Gestalt oder im Zerfallen begriffen) gefunden werden. Außerdem sitzen noch innerhalb der rothen Milzpulpe an den feinsten Pulsaderzweigen, wie die Beeren an einer Traube, zahlreiche, weiße, rundliche Körperchen an, d. i. die obigen Milzkörperchen oder Milzbläschen, die in ihrem Baue mit den einfachsten Lymphdrüsen, den Follikeln, übereinstimmen. Die hier gebildeten Lymphkörperchen werden der Lymphe zugeführt, während die in den Gewebszellen gebildeten direct in's Blut gelangen. Einen Hauptheil der Milzpulpe bilden sodann die Blutgefäße. Die Pulsadern verzweigen sich sehr fein und verbinden sich in ihren feinsten Aestchen mit den beerenförmigen Anhängen der Milzbläschen, lösen sich endlich in Büschel feinster Aederchen auf und diese gehen dann erst in die eigentlichen Haargefäße über. Die Blutadern sind weit und bilden mit ihren feinsten Zweigen ein sehr reiches Netz aus weiten Venencapillaren, in welche die Pulsadercapillaren eingehen. — Lymphgefäße besitzt die Milz nur wenige; ihre zahlreichen Nerven gehören größtentheils den sympathischen an.

Das **Knochenmark.** In neuerer Zeit hat man in Erfahrung gebracht, daß sich auch das Knochenmark (s. S. 122) an der Bildung der Blutkörperchen betheiligt. In dem rothen Knochenmark finden sich zahlreiche Uebergangsformen zwischen rothen und weißen Blutkörperchen. Die Zwischenformen gleichen den Entwickelungsstufen der rothen Blutkörperchen, wie sie sich beim ungebornen Menschen (Embryo) im Knochenmark, in der Milz und Leber vorfinden. Unentschieden ist noch, auf welche Weise die im Knochenmark durch Theilung entstandenen Zellen in die Haargefäße des Knochenmarks, in welchen man sie antrifft, gelangen. Seitdem man weiß, daß eine Auswanderung von Blutkörperchen stattfinden kann (s. S. 213), erscheint es nicht unwahr

scheinlich, daß auch eine directe Einwanderung der Blutkörperchen in die Gefäße stattfindet.

Die **Thymusdrüse**, deren Function der der Milz ähnlich zu sein scheint, besteht aus blut- und lymphgefäßhaltigen Lappen oder Läppchen, welche aus soliden Endbläschen (Follikeln) gebildet werden und alle in einen gemeinschaftlichen, meist kanalförmigen engen Hohlraum münden. Für den erwachsenen Körper kann die Thymus von keiner Bedeutung mehr sein, da sie bald nach der Geburt stetig abnimmt und endlich ganz verschwindet. Für den Embryo ist sie wahrscheinlich eine Lymphdrüse und wie die Milz und die übrigen Lymphdrüsen ein wichtiges Blutkörperchenbildungsorgan. — Die Thymus hat ihre Lage in der Brusthöhle vor dem Herzbeutel; die Kalbs-Thymus wird als Bröschen, Kalbsmilch gegessen.

Die **Schilddrüse**, — welche ihre Lage vorn am Halse vor dem Kehlkopfe hat und deren Vergrößerung Kropf genannt wird, — wird wie früher die Milz und Thymus zu den sogen. Blutgefäßdrüsen (ohne Ausführungsgang) gerechnet, über deren Function die Wissenschaft noch keine Auskunft ertheilen kann. Sie zeichnet sich durch einen bedeutenden Reichthum an Blut- und Lymphgefäßen aus, so daß sie als ein lymphdrüsenähnliches Organ bezeichnet werden darf. Sie kann ohne allen Nachtheil ausgerottet werden und zeigt so oft, besonders im späteren Leben, krankhafte Veränderungen ohne Störung des allgemeinen Wohlbefindens, daß sie für das Leben (wenigstens bei Erwachsenen) von nur geringer Bedeutung zu sein scheint. Ihre Function ist noch unbekannt. Nach Einigen soll sie eine der Bildungsstätten von farblosen Blutkörperchen sein. Manche halten die Schilddrüse für ein rudimentäres Organ (s. S. 16), während Andere derselben eine Blutdruckregulation für das Gehirn zuschreiben, indem sie einerseits ein Blutreservoir für die Hirngefäße bilden, andererseits bei starkem Blutdruck anschwellend die Halspulsader zusammendrücken und dadurch einem zu hohen Hirnblutdruck vorbeugen soll.

Die Schilddrüse ähnelt in ihrem Baue den traubenförmigen Drüsen mit Ausführungsgängen; sie besteht aus geschlossenen Drüsenbläschen, welche durch Bindegewebe zu größeren Drüsenblasen, diese zu Läppchen und Lappen vereinigt werden. Die Höhle der Bläschen ist mit einer zähen, gelblichen, eiweißähnlichen Flüssigkeit erfüllt. Im Alter und beim Kropfe nimmt dieselbe eine leimähnliche (colloide) Beschaffenheit an.

Die **Nebennieren**, eine rechte und eine linke, welche dicht über den Nieren lagern und welche beim Erwachsenen viel kleiner als beim Fötus und Säugling sind, gehören nicht wie die Thymus und Milz zum Lymphsystem. Sie wurden früher zu den sogenannten Blutgefäßdrüsen gerechnet; ihre Bedeutung und Verrichtung sind gänzlich unbekannt; wegen ihres Reichthums an Nervenfasern halten sie Einige für eine Art von sympathischem Ganglion, während sie Andere mit der Erzeugung von Farbstoffen in Verbindung bringen. Es sind äußerst

gefäß- und nervenreiche Organe, welche aus einer Hülle, aus Rinden- und Markſubſtanz beſtehen. Entartung derſelben ſoll eine bronzeähnliche Färbung der Haut (ſogen. Bronzekrankheit oder Addiſon'ſche Krankheit) bewirken. — Den Nebennieren ähnliche Gebilde, welche bisher fälſchlich als drüſige Organe aufgefaßt wurden, ſind: der Hirnanhang oder die Schleimdrüſe des Gehirns; — die ſogen. Carotisdrüſe (das frühere Zwiſchencarotisganglion) an der Theilungsſtelle der gemeinſchaftlichen Halspulsader; — die Steißdrüſe, vor der Spitze des Steißbeins, beſtehend aus einem reichen Geflechte erweiterter Capillargefäße. Die Bedeutung derſelben iſt gleichfalls gänzlich unbekannt.

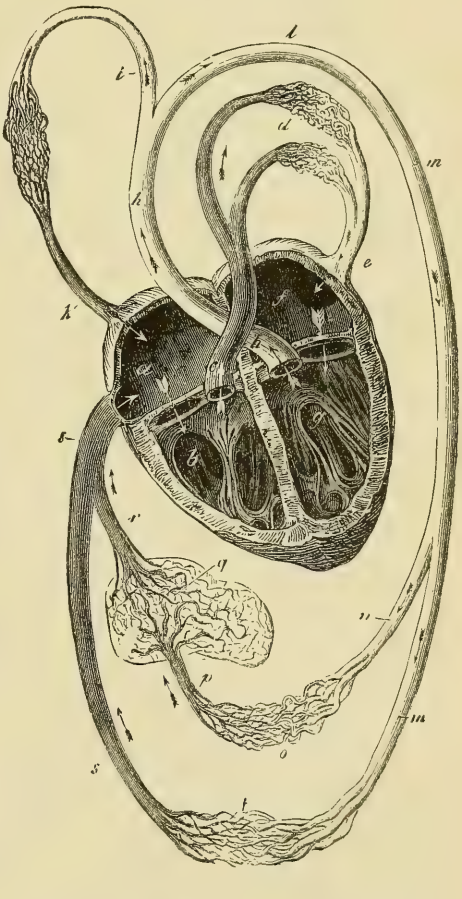
## III. Blutumlauf; Kreislaufsorgane.

Da alle Ernährung und Abſonderung vom Blute aus geſchieht und dieſes ſelbſt, um dieſen Proceſſen ordentlich vorſtehen zu können, gehörig ernährt und in ſeiner gehörigen Miſchung erhalten werden muß; da es alſo immerfort neue nahrhafte Stoffe aufnehmen und dafür die alten, unbrauchbaren mittels der Ausſonderungen (durch Lungen, Nieren, Haut und Leber) wieder abſetzen muß, ſo iſt es durchaus nöthig, daß das Blut wegen dieſes fortwährenden Stoffwechſels im ganzen Körper herumgetrieben wird und ſo mit allen Organen und deren Elementen in innige Berührung kommt. Es geſchieht dies mit Hülfe des Kreislaufs (Circulation) des Blutes und iſt dieſer demnach der Mittelpunkt des bildenden Lebens im Körper. Seine Haupttriebfeder iſt das hohle, fleiſchige, aus zwei Hälften (einer rechten und einer linken) und vier Hohlräumen oder Kammern (zwei Vor- und zwei Herzkammern) beſtehende Herz, eine Art Druck- und Saugpumpe, von der hauptſächlich, und zwar in Folge ihrer rhythmiſchen Zuſammenziehungen, die Blutbewegung ausgeht, während die Blutvertheilung mehr von den Gefäßen abhängig iſt.

Der Umlauf des Blutes (ſ. Fig. 57) durch den Körper, welcher immerfort dieſelbe Richtung beibehält und zuerſt von dem Engländer Harvey 1619 vollkommen nachgewieſen und 1628 öffentlich bekannt gemacht wurde, geſchieht von Geburt an in einer fortwährenden Strömung vom Herzen aus in die Pulsadern (Arterien) und durch deren Stämme, Aeſte, Zweige und Reiſer zu den Haargefäßen (Capillaren), welche nun die Ernährung und Abſonderung beſorgen und das Blut ſofort in die Blutadern (Venen) überführen, in denen es in entgegengeſetzter Richtung, aus den Reiſern in die Zweige, Aeſte und Stämme und endlich in das Herz zurückkehrt, von dem es ausging. Obſchon dieſer Lauf des Blutes ein einfacher Kreislauf iſt, ſo wird er doch deshalb in zwei Abtheilungen, in den großen und kleinen Kreislauf, geſchieden, weil das Blut dabei zweimal das Herz paſſirt. Es fließt

nämlich das kohlensäurereiche Blut (als dunkles) aus der rechten Herzhälfte (a, b) durch die Lungenpulsader (c) in die Haargefäße (d) der Lungen (wo es in hellrothes verwandelt wird) und kehrt aus diesen ärmer an Kohlensäure und reicher an Sauerstoff (als hellrothes) durch die vier Lungenblutadern (e) zur linken Herzhälfte (f, g) zurück,

Fig. 57.




Schematische Darstellung des Blutkreislaufs. Das Herz ist von vorn geöffnet; die Pfeile geben die Richtung des Blutlaufs an; die schwarzen Röhren enthalten dunkles, die weißen hellrothes Blut.

a. Rechte Vorkammer und b. rechte Herzkammer, beide verbunden durch die rechte Vorhofs-Kammermündung. c. Lungenpulsader, mit einem rechten und einem linken Aste für die rechte und linke Lunge. d. Haargefäße des kleinen Kreislaufs in den Lungen. e. Lungenblutader (von denen aber 4 Stück in den linken Vorhof einmünden). f. Linke Vorkammer und g. linke Herzkammer, vereinigt durch die linke Vorhofs-Kammermündung. h. Große Körperpulsader (Aorta). i. Pulsader und k. Blutader (obere Hohlader) der oberen Körperhälfte. l. Bogen und m. absteigendes Stück der Aorta. n. Bauch-Eingeweidepulsadern. o. Haargefäße des Darmkanals. p. Pfortader. q. Haargefäße der Pfortader innerhalb der Leber. r. Leberblutadern. s. Untere Hohlader. t. Haargefäße des großen Kreislaufs.

d. i. der **kleine Kreislauf**, die kleine Blutbahn, Lungenblutbahn (mit etwa $^1/_4$ der gesammten Blutmenge). Von der linken Herzhälfte (g) aus wird es nun (als hellrothes) mittels der großen Körperpulsader (Aorta, h) im ganzen Körper verbreitet und, nachdem es in den Haargefäßen (t) in Folge der Ernährung dunkel geworden ist,

durch die Hohladern (k, s) zur rechten Herzhälfte (a) zurückgeführt, d. i. der **große Kreislauf**, die große Blutbahn, Körperblutbahn (mit $^3/_4$ der gesammten Blutmenge). Es strömt demnach das Blut in jedem dieser beiden Kreisläufe vom Herzen aus in eine Pulsader und ihre Zweige, dann mittels der Haargefäße in Blutadern und durch diese zum Herzen zurück; allein es kommt niemals wieder an dem Punkte im Herzen an, von dem es ausging. Demnach ist weder der große, noch der kleine Kreislauf ein wirklicher Kreislauf, sondern sie stellen nur zwei verschiedene Bahnen dar, welche so in einander greifen, daß jede Herzhälfte das Ende der einen und den Anfang der anderen Bahn darstellt. — Während des kleinen Kreislaufs, welcher beim Kinde vor seiner Geburt (beim Embryo oder Fötus) fehlt, wird innerhalb der Lungen in den Haargefäßen der Lungenpulsader, mittels des Sauerstoffs der eingeathmeten Luft, das dunkle Blut in hellrothes verwandelt. Der große Kreislauf hingegen dient der Ernährung und Absonderung und dabei wird das hellrothe Blut durch Aufnahme von Kohlensäure in dunkles verwandelt. Man kann sich das Gefäßsystem als ein kreisförmiges, vielfach verzweigtes, aber überall geschlossenes Rohr vorstellen, dessen feinste Verzweigungen dem Capillarsystem entsprechen. Nur an zwei Stellen ist es vollkommen einfach und diese sind: die große Körperpulsader und die Lungenpulsader. Von jeder dieser Stellen kann das Blut in die andere nur durch ein Capillarsystem gelangen und es giebt demnach zwei Hauptcapillarsysteme, nämlich Lungencapillaren und Körpercapillaren; beide muß jedes Blutheilchen bei seinem Kreislauf einmal durchlaufen. Die Thätigkeit dieser beiden Capillarsysteme ist eine verschiedene; in den Lungencapillaren nimmt das Blut Sauerstoff auf und giebt Kohlensäure ab, in den Körpercapillaren geschieht das Umgekehrte. Das Blut ist daher auf dem ganzen Wege von den Lungen- zu den Körpercapillaren sauerstoffreich (also hellroth oder arteriell), umgekehrt auf dem Wege von den Körper- zu den Lungencapillaren sauerstoffarm und kohlensäurereich (also dunkelroth oder venös). Der ganze Kreislauf zerfällt demnach in eine arterielle und eine venöse Hälfte.

Die Kräfte, durch welche der Kreislauf zu Stande kommt, sind: die Zusammenziehungen des Herzens und der großen Blutgefäße, die abwechselnde Erweiterung und Verengerung des Brustkastens beim Athmen und die Muskelbewegungen. Da die letzteren beiden Thätigkeiten, das Athmen und Bewegen, zum großen Theile in unserer Willkür stehen, so besitzen wir also auch das Vermögen, auf den Blutlauf in unserm Körper willkürlich einzuwirken.

Beim ungebornen Kinde (Embryo oder Fötus) fehlt der kleine Kreislauf (d. i. der Lauf des Blutes aus der rechten Hälfte des Herzens durch die Lungen zur linken Herzhälfte zurück) und zwar deshalb, weil der Embryo nicht athmet und die unthätigen Lungen zusammengefallen in der Brusthöhle liegen. Um nun aber das Blut (welches beim Embryo nur in der frühesten

Zeit, vor der Ausbildung des hier beschriebenen Kreislaufes ein gleichmäßig dunkles, später aber wie nach der Geburt in hell- und dunkelrothes geschieden ist) von den Lungen abzuleiten, existiren am Herzen zwei Vorrichtungen, die beim geborenen Menschen verschwinden, nämlich eine Oeffnung (das ovale Loch) zwischen der rechten und linken Herzhälfte (Vorkammer) und ein Verbindungskanal (der arterielle Gang) zwischen der Lungenpulsader und der großen Körperpulsader. Die Ernährung des Embryo besorgen die drei, mit dem mütterlichen Organismus zusammenhängenden Nabelgefäße (2 Pulsadern und 1 Blutader, welche letztere durch den venösen Gang unmittelbar mit der unteren Hohlader und durch einen Zweig mit der Pfortader im Zusammenhange steht). — Der Kreislauf des Blutes beim Ungebornen ist nun folgender: von der Mutter (dem Mutterkuchen) her, durch die Nabelblutader, strömt das arterielle Blut durch den venösen Gang (an der unteren Fläche der Leber) in die untere Hohlader (ein kleiner Theil davon auch durch die Pfortader und Leber) und zur rechten Vorkammer des Herzens; von hier läuft dasselbe, also bestehend aus dem Blute der Nabelblutader und dem Blute der unteren Hohlader, durch das ovale Loch sofort herüber in die linke Vorkammer, aus dieser in die linke Herzkammer und in die aufsteigende große Körperpulsader; ein anderer Theil, und zwar das Blut der oberen Hohlader, strömt dagegen aus der rechten Vorkammer in die rechte Herzkammer, aus dieser in die Lungenpulsader und nun durch den arteriellen Gang in die absteigende große Körperpulsader, von der aus im Bauche die beiden Nabelpulsadern zur Mutter abgehen und hier ihr Blut, nachdem es gute Bestandtheile aus dem mütterlichen Körper empfing, ununterbrochen, ohne mit dem Blute der Mutter zusammenzufließen, in die Nabelblutader schicken. — Nach der Geburt schließen sich: das ovale Loch, der arterielle und venöse Gang, die Nabelblutader und die beiden Nabelpulsadern; aus den Gängen und Nabelgefäßen werden solide Stränge (aus der Blutader das runde Leberband, aus den beiden Pulsadern die seitlichen Harnblasenbänder). Da das arterielle von der Mutter stammende Blut, welches das ovale Loch passirte, durch die linke Herzkammer in die aufsteigende Aorta und zu deren zum Kopfe und den oberen Gliedmaßen führenden Aesten gelangt, so erhalten diese Theile ein besseres Blut, als die untere Körperhälfte, welches (durch die obere Hohlader) vorzugsweise Blut empfängt, welches schon zur Ernährung der oberen Körperhälfte gedient hat. So wird also das wichtigste Organ des Menschen, das Gehirn nämlich, schon vor der Geburt mit besserm (sauerstoffreicherm) Blute versehen.

Das ganze Gefäßsystem, sonach die Höhlen des Herzens, der Pulsadern, der Haargefäße und der Blutadern, sind stets mit Blut erfüllt, so daß nirgends darin ein leerer Raum existirt. Auch ziehen sich die Herzhöhlen niemals bis zur Leere zusammen, sondern treiben nur einen Theil ihres Blutgehaltes in die vollen Pulsadern und andererseits fließt fortwährend von den Blutadern her Blut in das Herz ein. Indem sich nun das Herz zusammenzieht, was als Herzschlag außen an der Brust gefühlt wird und gegen 70mal in der Minute geschieht, und wodurch jedesmal Blut in die gefüllten Pulsadern gepreßt wird, so dehnen sich diese in die Länge und Quere aus (sie pulsiren) und ihr ganzer Blutinhalt wird um so viel Raum weiter geschoben, als das aus dem Herzen herausgedrückte Blut im Anfangstheile der Pulsader einnimmt. Läßt dann die Zusammenziehung des Herzens nach, so ziehen sich nun die Pulsadern zusammen (während sich das Herz ausdehnt und mit frischem Blute füllt) und schieben das

Blut, dem durch die Thätigkeit der weiter unten zu beschreibenden Herzklappen der Rückfluß nach dem Herzen versperrt wird, weiter vorwärts in die Pulsadern hinein. Auf diese Weise, durch die abwechselnde Zusammenziehung des Herzens und der Gefäße sowie das regelmäßige Spiel der Herzklappen, wird das Blut allmählich durch die verschiedenen Körpertheile hindurch bis wieder zum Herzen zurückgedrückt und es muß zu einer gewissen Zeit aus den Blutadern gerade so viel Blut in das Herz einströmen, als durch die Zusammenziehung desselben in die Pulsadern gepreßt wurde, denn die ganze Blutmasse bildet einen großen Zirkel, in dem an jeder Stelle so viel Blut weiter rückt als an jeder anderen. — Bei der mikroskopischen Beobachtung des Blutlaufs am Lebenden, wozu sich die Schwimmhaut des Frosches, Schwanzflossen von Fischen, Schwänze von Froschlarven, die Kiemen von Salamanderlarven, die Flughaut von Fledermäusen, das Netz chloroformirter Mäuse, durchsichtige junge Fische und Fischembryonen besonders eignen, zeigt sich, daß das Blut in den Gefäßen sich in einer ununterbrochenen Strömung fortbewegt und die Richtung des Stromes ein und dieselbe bleibt. Es ist ferner deutlich sichtbar, daß das Blut zunächst der Wandung des Gefäßes langsamer strömt, klar und von farbigen Blutkörperchen frei ist (d. i. der sogen. Wandungsstrom), während das Blut in der Mitte des Stromes rascher fließt und farbige Zellen führt (d. i. der sogen. Axenstrom). Zwischen dem letztern Strome und der Gefäßwand zeigt sich der Wandungsstrom als schmaler heller Saum (Wandschicht oder unbewegliche Schicht), in welchem einzelne farblose Blutkörperchen längs der Gefäßwand dahin rollen, und zwar in der Regel 10- bis 12mal langsamer, als die rothen Körperchen im centralen Strome. Die Trennung des Axen- und Wandstromes ist eine einfache Adhäsionserscheinung, insofern jede in einer Röhre strömende Flüssigkeit in der Axe der Röhre schneller als an den Wänden fließt.

Die Schnelligkeit der Blutbewegung ist nun aber nach Alter, Geschlecht, Temperatur, Klima, Körperconstitution, Lebensweise, Tages- und Jahreszeit, Stellung und Lage des Menschen (bei aufrechter Stellung ist der Puls um 6—15 Schläge schneller) und nach manchen anderen Umständen sehr verschieden; es waltet sogar eine Verschiedenheit der Schnelligkeit in den verschiedenen Organen (in den Lungen ist sie wenigstens 4mal größer) und Gefäßarten ob; so läuft das Blut in den Arterien 4mal schneller als in den Venen und am langsamsten in den Haargefäßen; auch muß nach hydrostatischen Gesetzen, indem das Gefäßsystem einen Kegel darstellt, dessen Spitze im Herzen, dessen Basis in der Peripherie des Körpers liegt, das Blut in der Nähe des Herzens (d. i. in den größeren Gefäßstämmen) schneller laufen als in den entfernten Theilen. Von der Weite und Verbindung der Gefäße hängt die Schnelligkeit der Blutströmung besonders mit ab. Je geringer die Weite der Röhren, um so mehr wird durch Reibung der Blutstrom verzögert; dasselbe geschieht durch Gefäßverbindungen, theils indem das Blut einen absolut weitern Weg zu machen hat, theils durch den Verlust an Kraft bei der Bewegung vom Strömen. Das Blut verweilt deshalb in einem Organe um so länger, je feiner seine Gefäße und je verwickelter deren Verlauf. Auch die Beschaffenheit des Blutes selbst hat großen Einfluß auf das schnellere oder langsamere Fließen

desselben; so wird dickflüssigeres, fettreiches und mit vielen alten Blutkörperchen versehenes Blut sicherlich langsamer fließen, als dünnflüssiges. Es ist demnach eine nicht leicht zu entscheidende Frage, in welcher Zeit das Blut seinen vollständigen Umlauf durch den Körper mache. Nach Vierordt beträgt die durchschnittliche Dauer eines Blutumlaufes (die Kreislaufszeit) beim Menschen, bei 72 Pulsschlägen in der Minute, 23,1 Secunden, so daß ein Blutkörperchen im Laufe eines Tages gegen 4000mal die Runde durch den Körper macht; während einer einzigen solchen Kreislaufszeit vollführt das Herz 27,7 Zusammenziehungen (Systolen). Eine Systole treibt 172 Cubikcentimeter Blut aus, wonach sich die Blutmenge des Menschen auf etwa 5 Kilogramm berechnet. Aus dieser kurzen Zeit, welche die Vollendung eines Kreislaufs erfordert, erklärt sich die fast augenblickliche Wirkung mancher direct in das Blut eingespritzter Gifte (Blausäure, Strychnin u. a.). Es circulirt nun aber das Blut auch nicht durch alle Körpertheile in einer und derselben Zeit; so kommt es z. B. durch die Gefäße des Herzens selbst 10mal, und durch die Lungengefäße 5mal schneller zum Herzen zurück, als das Blut, welches durch die große Körperpulsader zu den entferntesten Theilen fließen muß. Hiernach stellt also der Kreislauf wohl einen allgemeinen großen Kreis vor, welcher aber aus sehr vielen kleinen Kreisen zusammengesetzt ist.

## 1. Das Herz.

Das Herz (s. Fig. 58 u. 59), welches als Mittelpunkt oder Centralorgan des gesammten Blutkreislaufs in ununterbrochenem Zusammenhange mit den Hauptstämmen der Puls- und Blutadern steht, ist ein unwillkürlicher, länglichrunder hohler Muskel (mit einem vielfach verschlungenen Fasersystem von quergestreiften netzartig zusammenhängenden Muskelfasern), dessen Gewicht im Durchschnitt bei Männern 346, bei Weibern 310 Gramm beträgt. Das Herz ist in einem dünnhäutigen, serösen Sacke, dem Herzbeutel oder Pericardium (p) eingeschlossen, der in der Mitte der Brusthöhle hinter dem Brustbeine zwischen beiden Lungen, seitlich etwas von diesen überdeckt, auf dem Zwerchfelle schräg aufliegt, so daß sein unterer spitzer Theil, die Herzspitze, in die linke Brusthälfte hineinragt. Dieser fleischige Hohlmuskel, dessen Größe etwa der Faust seines Besitzers gleich ist, wird in seinem Innern, welches mit einer äußerst dünnen und zarten Haut, dem Endocardium oder der inneren Herzhaut überkleidet ist, durch eine der Länge nach sich herabziehende muskulöse Scheidewand vollständig in eine rechte und eine linke Hälfte geschieden, von denen die erstere dunkles (venöses), die letztere hellrothes (arterielles) Blut enthält. Beim geborenen Menschen besteht durchaus keine Verbindung zwischen rechter und linker Herzhälfte, wie dies beim Embryo durch das ovale Loch (s. S. 223) der Fall ist. Jede dieser Hälften wird aber wieder durch eine Querscheidewand in eine obere und eine untere Abtheilung getrennt, welche durch eine längliche Oeffnung in dieser Querscheidewand mit einander in Verbindung stehen. So enthält demnach das Herz vier ungefähr gleich geräumige Höhlen und von diesen haben die beiden oberen, mit einem blinden sackförmigen Anhängsel (Herz-Ohr k, p)

versehenen, den Namen Vorkammern oder Vorhöfe Atrien), die beiden unteren den der Herzkammern oder Ventrikel erhalten. Die vier Herzhöhlen sind sonach: eine rechte und eine linke Vorkammer (k, p), eine rechte und eine linke Herzkammer (d, e). Die Oeffnung, welche aus der Vorkammer herab in die Herzkammer führt, und von kräftigen Faserringen umgeben ist, heißt Vorkammer-Herzkammermündung, und auch von dieser muß eine rechte und eine linke existiren. Die Vorkammern, in deren jede große Blutadern einmünden, (und zwar die zwei Hohladern und die große Herz- oder Kranzblutader in die rechte, die vier Lungenblutadern in die linke Vorkammer), haben sehr dünne Wände und stellen blos die Sammlungsapparate oder Zubringer des Blutes für die Herzkammern dar; letztere besitzen dagegen dicke fleischige Wände (besonders die linke Herzkammer) und treiben das Blut vermöge ihrer kräftigen Zusammenziehungen vorwärts in die Pulsadern. Aus jeder Herzkammer führt nämlich eine runde Oeffnung, welche sich nach innen, gleich neben der Vorhofs-Kammermündung in der Querscheidewand befindet, in einen großen Pulsaderstamm, und zwar führt die rechte aus der rechten Herzkammer in die Lungenpulsader, die linke aus der linken Herzkammer in die große Körperpulsader (Aorta). An allen vier Mündungen in der Querscheidewand sind zum Verschließen dieser Mündungen dünnhäutige Klappen angebracht, welche an den beiden Vorhofs-Kammermündungen segel- oder zipfelförmig (dreizipflig an der rechten, zweizipflig an der linken Vorhofs-Kammermündung), an den beiden Pulsadermündungen dagegen wagentaschenähnlich (halbmondförmig) gestaltet sind. Solcher halbmondförmigen Klappen befinden sich ebenso an der Lungen- wie großen Körperpulsader-Mündung drei Stück. Die Klappen verhindern das Rückwärtsfließen des Blutes, und zwar die Zipfelklappen, welche durch sehnige Fäden an die Warzenmuskeln, warzenförmige Vorsprünge der Herzkammerwand, befestigt sind, den Rückfluß aus diesen in die Vorkammern, die halbmondförmigen Klappen dagegen aus den Pulsadern, nämlich aus der Lungen- und großen Körperpulsader, in die Herzkammern. Dies geschieht nun aber auf die Weise, daß das sich mehr und mehr anstauende Blut die Klappen aufbläht und sie dann vor der Mündung fest anpreßt, an welcher sie befestigt sind, diese so vollständig verschließend.

Der Lauf des Blutes durch das Herz ist nun durch den bezeichneten Klappen- oder Ventilapparat in folgender Weise geordnet: das Blut, welches die Ernährung des Körpers besorgt hatte und dabei schlechter, dunkler, besonders reicher an Kohlensäure und Wasser geworden war, kehrt aus den Haargefäßen aller Körpertheile durch die Blutadern zum Herzen zurück und ergießt sich hier aus der oberen und unteren Hohlader, sowie aus der großen Kranzblutader des Herzens in die rechte Vorkammer (k), tritt sodann aus dieser durch

die längliche Oeffnung der rechten Vorhof-Herzkammermündung herab in die rechte Herzkammer (d) und wird von letzterer durch die Lungenpulsader (n) in die Lungen geschafft (s. Fig 59). Hier entledigt es sich eines Theiles seiner Kohlensäure und seines Wassers und nimmt dafür Sauerstoff (Lebensluft) aus der eingeathmeten atmosphärischen Luft auf. Auf diese Weise wird das Blut in den Lungen gereinigt und aus dunkelrothem in hellrothes umgewandelt. Dieses verbesserte Blut kehrt nun aus der Lunge zum Herzen zurück, und zwar zur linken Hälfte desselben, fließt durch die vier Lungenblutadern in die linke Vorkammer (p) ein, aus dieser durch die linke Vorhof-Herzkammermündung herab in die linke Herzkammer (e)

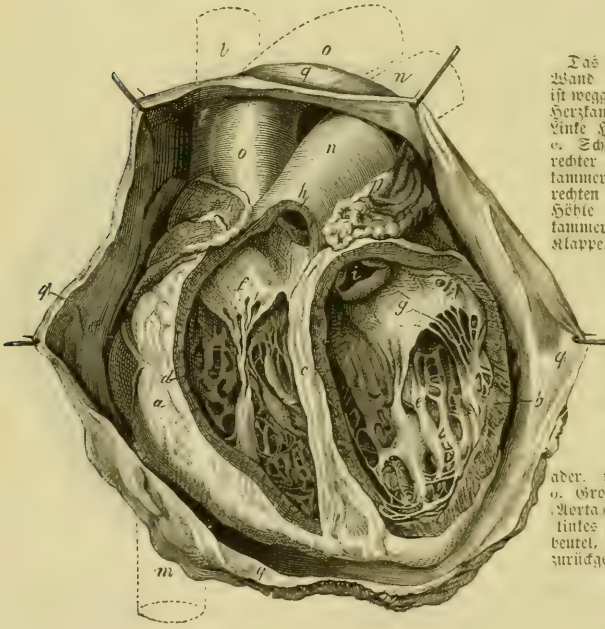
Fig. 58.

Herz von vorn, liegt im geöffneten und durch Häkchen ausgezogenen Herzbeutel (p) und zeigt zwischen Fetthäufchen die Stämmchen seiner ernährenden Gefäße (die Kranz-Arterien und Venen). c. Rechte Vorkammer. e. Rechte Herzkammer. f. Lungenpulsader. h. Linke Vorkammer. k. Linke Herzkammer. l. Große Körperpulsader (Aorta). n. Rechtes Herzohr. p. Herzbeutel. q. Herzspitze.

und wird von letzterer in die große Körperschlagader (Aorta, o) getrieben, um durch die Verzweigungen dieser den Haargefäßen aller Theile des Körpers zugeführt zu werden, von wo dann wieder der Rücklauf des Blutes zum Herzen beginnt. Der Lauf des Blutes aus der rechten Herzhälfte durch die Lungenpulsader in die Lungen und aus diesen durch die Lungenblutadern zurück zum linken Vorhofe heißt kleiner oder Lungen-Kreislauf, der aus der linken Herzkammer durch die große Körperpulsader und ihre Zweige zu allen Theilen des Körpers hin und durch die Hohladern zurück zum rechten Vorhofe ist der große oder Körperkreislauf. — Damit nun der Blutlauf durch das Herz stets in der gehörigen Ordnung und Richtung vor sich gehen kann, muß ebensowohl die Oeffnung, welche aus einer Vorkammer in

die Herzkammer (die Vorhof-Herzkammermündung), als auch die, welche aus einer Herzkammer in die Pulsader führt (die Pulsadermündung), die natürliche Weite haben; diese Oeffnungen müssen aber auch durch ihre Klappen (s. Fig. 59 f, g, h, i) hinreichend verschlossen werden können, um das Rückwärtsfließen des Blutes (aus einer Herzkammer in die Vorkammer, aus einer Pulsader in die Herzkammer) zu verhindern. Leider finden sich nicht selten entweder diese Oeffnungen im Herzen widernatürlich verengt (Ostienstenosen) oder die Klappen sind zum Schließen der Oeffnungen unfähig (Klappen-

Fig. 59.




Das Herz; die vordere Wand der Herzkammern ist weggenommen. a. rechte Herzkammer-Wand. b. Linke Herzkammer Wand. c. Scheidewand zwischen rechter und linker Herzkammer. d. Höhle der rechten Herzkammer. e. Höhle der linken Herzkammer. f. Dreizipflige Klappe. g. Zweizipflige od. mützenförmige Klappe. h. Eingang in die Lungenpulsader und i. Eingang in die große Körperpulsader; beide mit drei halbmondförmigen Klappen. k. Rechter Vorhof (rechtes Herzohr). l. Obere Hohlader. m. Untere Hohlader. n. Lungenpulsader. o. Große Körperpulsader (Aorta). p. Linker Vorhof (linkes Herzohr). q. Herzbeutel, aufgeschnitten und zurückgelegt.

insufficienz), wodurch die mannigfachsten Störungen in der Circulation und Vertheilung des Blutes in den einzelnen Organen zu Stande kommen. Solche krankhafte Zustände bezeichnet man als organische Herzkrankheiten, Klappenfehler oder Herzfehler.

Bei der gleichzeitigen Zusammenziehung (Systole) beider Herzkammern, der eine kaum merkliche Verengerung der Vorkammern vorhergeht, drängt sich das kürzer und kugeliger werdende Herz mit seiner vorderen Fläche stärker gegen die Brustwand an und treibt diese etwas hervor; dies bewirkt in der Gegend der linken Brustwarze, meist

zwischen der 5. und 6. Rippe, den Herzschlag, Herzstoß, Herzpuls, Herzchoc oder das gewöhnlich fühl- und sichtbare Herzpochen. Bei dieser Zusammenziehung wird das Blut jeder Kammer gegen die von der Zipfelklappe verschlossene Vorhofs-Kammermündung gepreßt und ein Theil desselben gleichzeitig in die Pulsader gedrängt. Läßt dann die Zusammenziehung wieder nach, so erleiden die Herzkammern eine Ausdehnung (Diastole), wobei der Herzstoß verschwindet und Blut aus den Vorhöfen herab in die Kammern strömt, während die Pulsadermündungen durch die halbmondförmigen Klappen geschlossen sind. Je größer und dickwandiger das Herz ist, desto kräftiger und um so deutlicher wahrnehmbar ist der Herzschlag. Die Zahl der Herzschläge beläuft sich bei Erwachsenen in einer Minute auf 60 bis 70 oder 80, bei Kindern von 90 bis 140; in der Regel kommen 4 Herzschläge auf einen Athemzug. Der rastlosen Thätigkeit des bei Tag und Nacht gleichmäßig arbeitenden Herzmuskels, der sich in einem Tage etwa 95,000, in einem Jahre gegen 35 Millionen mal zusammenzieht, entspricht eine ganz enorme Kraftentwickelung; die tägliche Arbeitsleistung des Herzens beträgt etwa 86,700 Meterkilogramm, d. h. also mit anderen Worten: die Arbeit des Herzens würde in einem Tage im Stande sein, 86,700 Kilogramm einen Meter, oder, was dasselbe ist, ein Kilogramm 86,700 Meter hoch zu heben. Diese gesammte Herzarbeit wird durch die Widerstände im Gefäßsystem, durch die innere Reibung verbraucht, kommt also als Wärme im Körper wieder zum Vorschein und bildet eine wichtige Quelle der thierischen und menschlichen Eigenwärme.

Legt man das Ohr oder Hörrohr (Stethoskop) da an die Brust an, wo der Herzschlag zu fühlen ist, so vernimmt man (etwa wie bei einer Wanduhr das Tiktak) zwei Töne (Herztöne), von denen der erstere, welcher in demselben Moment zu hören ist, wo man in Folge der Zusammenziehung der Kammern den Herzstoß fühlt, stärker, dumpfer und länger, der zweite dagegen kürzer und heller ist und mit der Ausdehnung der Kammern zusammenfällt. Diese beiden Töne gehören der linken Herzkammer an. Fast ganz gleiche Töne sind aber auch etwas nach rechts vom Herzstoße in der rechten Herzkammer wahrzunehmen, so daß demnach vier Herztöne existiren, zwei rechte und zwei linke, von denen der erste rechte und der erste linke ebenso zu gleicher Zeit entstehen, wie der zweite rechte und zweite linke Ton. Es entstehen die Herztöne nämlich durch das Anprallen des Blutes an die gespannten, die Herzmündungen verschließenden Klappen, welche dadurch zum Klingen gebracht werden. Der erste rechte und erste linke Ton werden in demselben Momente von den Zipfelklappen (an den Vorhofs-Kammermündungen) in Folge der gleichzeitigen Zusammenziehung der Herzkammern gebildet; der zweite (rechte und linke) Herzton entsteht dagegen zur Zeit der Ausdehnung der Herzkammern durch das Klingen der

halbmondförmigen Klappen, in Folge des Anprallens des Blutes an dieselben bei Zusammenziehung der Lungen- und großen Körperpulsader. Anstatt dieser Töne hört man blasende, kratzende, knarrende oder schnurrende Geräusche, sobald eine der Klappen nicht ordentlich die ihr zugehörige Oeffnung mehr schließt oder wenn eine der Oeffnungen zu enge geworden ist. Manche Physiologen lassen den ersten Herzton eine Folge der Zusammenziehung des Herzmuskels, also einen Muskelton oder ein Muskelgeräusch (s. S. 141) sein. Die große Aehnlichkeit der beiden Herztöne, von denen doch der zweite sicherlich durch die Schwingungen der halbmondförmigen Klappen entsteht, sowie die Beobachtungen der Herzkrankheiten, bei denen das Herzfleisch und die Zipfelklappen entartet sind, sprechen aber dafür, daß die Schwingungen der gespannten häutigen Zipfelklappen bei der Bildung des ersten Herztones jedenfalls mit betheiligt sind. Wahrscheinlich betheiligen sich beide Ursachen bei der Erzeugung des ersten Herztones. — Wie in den Herzkammern, so hört man auch in den aus diesen entspringenden Pulsaderstämmen zwei Töne, von denen der erste durch Schwingungen der Arterienwand (erzeugt durch das anprallende Blut), der zweite ebenso wie der zweite Kammerton durch die halbmondförmigen Klappen veranlaßt wird. Während von den Herztönen der erste der lange und der zweite der kurze ist, verhält sich dies bei den Arterientönen umgekehrt, also bilden die Herztöne einen Trochäus (— ⏑), die Arterientöne einen Jambus (⏑ —).

Die **Herzthätigkeit**, — bestehend in rhythmischen (nach bestimmtem Rhythmus abwechselnden) Zusammenziehungen und Erschlaffungen der contractilen Fleischwände seiner Höhlen, — steht, wie die Thätigkeit aller Muskeln, unter dem Einflusse des Nervensystems und zwar eines, welches mit seinen Fasern theils in Herzganglien, theils im Sympathicus, im Rückenmarke und Gehirn wurzelt. — Zunächst enthält das Herz die Bedingungen seiner rhythmischen Thätigkeit in sich selbst, insofern es nämlich solche nervöse Centralorgane besitzt, welche nicht blos seine Bewegung automatisch anregen, sondern auch die Erregung der einzelnen Nervenfasern rhythmisch reguliren. Daß das Herz die Anregung und Triebkraft zu seiner rhythmischen Thätigkeit unmittelbar von einem besonderen, im Herzen selbst eingebetteten Nervensystem empfängt, ist dadurch bewiesen, daß auch das ganz herausgeschnittene Thier- und Menschenherz (Hingerichteter) noch einige Zeit fortfährt regelmäßig rhythmisch zu schlagen. Bei kaltblütigen Thieren schlägt es bisweilen noch tagelang fort.

Das besondere **Herznervensystem** besteht nun aber, wie überhaupt das Nervensystem, aus Central- und peripherischen Theilen und die Centra sind unter einander zusammenhängende Anhäufungen von Ganglienzellen, welche in die Muskelsubstanz des Herzens, namentlich in die Scheidewand zwischen den Vorhöfen und zwischen diesen und den Herzkammern, eingelagert sind. Der peripherische Theil besteht aus Nerven, welche in jenen Herz-

ganglienzellen wurzeln und wahrscheinlich theils centrifugal (von den Ganglien zu den Herzmuskelfasern) leitende, also Bewegungsnerven, theils centripetal in die Ganglien hinein leitende sind und hier reflectorisch wirken, ihre Reizung auf die bewegenden Fasern übertragend. Die letzteren scheinen leichter von der inneren als von der äußeren Oberfläche des Herzens aus Reflex veranlassen zu können. Als Bedingung der Erregbarkeit und der Erregungszustände (Bewegungsimpulse) der Herzganglien hat man die ununterbrochenen Ernährungsvorgänge in denselben, besonders das sauerstoffhaltige Blut in den Herzcapillaren, und andere noch nicht gekannte Bedingungen angenommen.

Die von den Herzganglien ausgehenden Bewegungsimpulse und die von ihnen veranlaßten Zusammenziehungen der Herzwandungen erfolgen nun aber deshalb rhythmisch, unterbrochen durch Momente der Ruhe und Erschlaffung, weil die in den Ganglienzellen entstehenden Erregungszustände auf Widerstände stoßen und sich erst nach Ueberwindung dieser, vom Vagusnerven gesetzten Widerstände fortpflanzen und auf das Herzfleisch übertragen können. Diese Widerstandsvorrichtung oder Reflexhemmung wird nun aber nicht im Herzen selbst in Thätigkeit gesetzt, sondern vom Gehirn (verlängerten Marke) aus, von wo sich Nervenfasern durch den Vagus (den zehnten Hirnnerven, s. S. 177) zu den Herzganglien hinziehen. Wird der Vagus in seinem Verlaufe, sowie das centrale Hemmungsorgan (oder das Vaguscentrum) im verlängerten Marke gereizt, so nimmt die Zahl der Herzschläge nicht nur sehr bedeutend ab, sondern es können die Herzcontractionen auch gänzlich unterbrochen werden. Durchschneidung dieses Nerven beschleunigt dagegen die Herzschläge und dies läßt annehmen, daß derselbe während des normalen Lebens beständig einen die Herzthätigkeit verlangsamenden Reiz ausübt und daß derselbe sich in einem fortgesetzten Reizzustande befindet. Der Vagus wird also deshalb ein Hemmungsnerv genannt, weil sein Reizzustand nicht wie bei den übrigen Muskelnerven eine Anregung zur Thätigkeit des von ihm mit Fasern versehenen Muskels zur Folge hat, sondern im Gegentheile dessen Thätigkeit hemmt. — Außer den vom Gehirn stammenden hemmenden Nervenfasern des Vagus, denen auch Fasern des Beinerven beigemischt sind, gelangen nun aber auch noch Fasern aus dem Gehirn und Rückenmarke durch den Sympathicus (s. S. 182) zum Herznervensystem und diese, wenn sie gereizt werden, erhöhen die Thätigkeit der Herznerven, indem sie die in den Herzganglien entstehenden Reizungszustände unmittelbar erhöhen (d. s. die sogen. excitirenden, beschleunigenden, antreibenden Nerven, die aus einem excitirenden Centralorgane des Herzens im verlängerten Marke stammen sollen). Der Vagus enthält außer den hemmenden auch noch beschleunigende Fasern. Die den Herzschlag hemmenden Nerven, sowie die excitirenden Nerven werden regulatorische Nerven genannt. Mittelbar wird dagegen die Herzthätigkeit auch noch durch die Gefäßnervenfasern des Sympathicus erhöht, indem diese in den contractilen Wandungen der Gefäße Zusammenziehungen veranlassen und hierdurch eine Steigerung des Blutdrucks bewirken.

Sonach wird die Herzthätigkeit von folgenden Nerven beeinflußt: 1) von dem besonderen, im Herzfleische lagernden (intracardialen) Nervensysteme; 2) von den, dem verlängerten Marke entspringenen bewegungshemmenden Vagusfasern, die von Fasern des Beinerven begleitet sind; 3) von den, im verlängerten Marke entspringenden und sich durch den Sympathicus zum Herzen hinziehenden excitirenden (beschleunigenden) Nervenfasern; 4) von den, nur dem Sympathicus angehörenden, den Blutdruck in den Gefäßen steigernden Fasern. — Da auf alle diese Nerven in den Centralorganen Reizungen, sowie auch

Reflexe von den Nerven anderer Körpertheile stattfinden können, so kann auch die Thätigkeit des Herzens durch die verschiedenartigsten Reizungen (die ebenso im Innern unseres Körpers erzeugt, sowie von der Außenwelt her einwirken können) sehr leicht geändert, und zwar ebenso gesteigert wie herabgesetzt werden. Erregende Gemüthsbewegungen können den Herzschlag beschleunigen, erschütternde Gemüthseindrücke denselben zum plötzlichen Stillstand bringen (vielleicht gar Tod veranlassen), freudige Gemüthsaffecte den Herzpuls rascher und stärker schlagen machen. Daß man fast alle guten und schlechten Leidenschaften in das Herz verlegt, anstatt in das Gehirn, wo sie doch ihren Ursprung haben, und daß man von einem bösen, traurigen und liebenden, muthigen und furchtsamen Herzen spricht, kommt also daher, daß alle Leidenschaften vom Gehirne aus durch die von hier zum Herzen führenden Nerven deutlicher wahrnehmbares Herzklopfen veranlassen. — Es kann aber auch jede stärkere Reizung eines Nerven, an was immer für einer Stelle des Körpers und aus was immer für einer Ursache, sich in den nervösen Centralorganen mittels Ueberstrahlung den Herznerven mittheilen und stärkeres und beschleunigtes Herzklopfen veranlassen. So pflegt jede krankhafte Steigerung der Eigenwärme beim sogen. Fieber sofort eine mehr oder minder beträchtliche Beschleunigung des Herzschlages und der Pulsfrequenz hervorzurufen. Nur wenn ein stärkeres und häufigeres Herzklopfen gar nicht wieder verschwinden will oder sofort bei körperlichen und gemüthlichen Bewegungen in bedeutenderem Grade eintritt, kann das Herz selbst leidend sein. Uebrigens erzeugen auch starke und anhaltende körperliche Anstrengungen, vorzugsweise mit den Armen, sowie Spirituosa, geschlechtliche Unarten und ganz besonders Blutarmuth (ohne Herzfehler) ein stärkeres Herzklopfen, was bei längerer Dauer zu einer Vergrößerung des Herzens durch Ueberernährung führen kann. Kurz, jedes starke und anhaltende Herzpochen deutet darauf hin, daß im Körper nicht Alles in Ordnung ist.

Die Stelle, wo das Herz an die Wand der linken Brusthälfte anschlägt, wo man also das Herzklopfen sieht und fühlt, befindet sich gewöhnlich zwischen der 5. und 6. linken Rippe, zwischen der linken Brustwarze und der Magengrube; jedoch kann sie sich bei Größe- und Lageveränderungen des Herzens auch mehr rechts oder mehr links, höher oder tiefer befinden. Für den Arzt ist die Lage und Stärke des Herzschlages, ebenso wie die Beschaffenheit der Herztöne von großer Bedeutung. — Der Herzschlag wird natürlich zu derselben Zeit wahrgenommen, wo man den Puls der Schlagadern fühlt, da dieser ja ebenfalls durch die Zusammenziehungen der Herzkammern entsteht, welche auch die Pulsadern durch Hineinpressen von Blut zum Pulsiren d. i. zum rhythmischen Heben und Senken ihrer Wandungen bringen.

## 2. Die Pulsadern.

Die Pulsadern, Schlagadern oder Arterien, welche sich durch ihre dickeren, zusammenziehbareren (muskulöseren) und elastischeren Wände vor allen anderen Gefäßen auszeichnen, nehmen ihren Ursprung aus zwei großen, mit den Herzkammern in Verbindung stehenden Stämmen, nämlich aus der Lungenpulsader und aus der großen Körperpulsader. Die erstere, die **Lungenpulsader** (s. S. 227 Fig. 58 n) beginnt in der rechten Herzkammer, theilt sich in einen rechten und linken Ast für die rechte und linke Lunge, verzweigt sich dann innerhalb der Lungen zu immer feineren Pulsäderchen und läuft zuletzt in ein äußerst zartes Netz von Haarröhrchen aus, welches die mikroskopisch kleinen bläschenförmigen Enden der Luftröhre (die Lungenbläschen) umspinnt und dann in die Lungenblutadern übergeht. Die Lungenpulsader gehört sonach dem kleinen Kreislauf an und führt dunkelrothes Blut aus der rechten Herzhälfte zur Lunge, welches dort gereinigt und in hellrothes verwandelt wird. — Die **große Körperpulsader** oder **Aorta** (o) nimmt ihren Ursprung in der linken Herzkammer, steigt anfangs hinter der Lungenpulsader von links nach rechts in die Höhe, macht dann einen Bogen nach links und hinterwärts und läuft nun längs der Wirbelsäule, erst in der Brust-, dann in der Bauchhöhle, bis zum Becken herab, wo sie in die beiden Hüftschlagadern endigt, von denen sich eine jede wieder in die Becken- und Schenkelpulsader spaltet. Die Pulsadern des großen Kreislaufs verlaufen größtentheils in der Tiefe zwischen Muskeln und Knochen, und sind dadurch vor Verletzungen gesicherter. Sie stehen fast alle durch größere oder kleinere Verbindungszweige (Anastomosen) mit einander in mehr oder weniger nahem Zusammenhange, so daß Hindernisse im Blutlaufe einer Pulsader allmählich ganz ausgeglichen werden können.

Die Pulsadern sind stets mit Blut vollständig erfüllt und dies kommt daher, weil sich die Weite ihrer Höhlen vermöge der Zusammenziehungsfähigkeit ihrer Wand der jedesmaligen Blutmenge genau anpaßt, so daß sie bei viel Blut weit (groß, voll), bei Blutarmuth eng (klein, schmal, leer) sind. Indem nun in die schon gefüllten Pulsadern, — welche durch den Druck ihrer Wände auf das Blut ein constantes Fließen desselben in ihrer Höhle veranlassen, — von der Herzkammer aus noch eine neue Menge Blut getrieben wird, müssen sie sich, um für dieses neue Blut Raum zu schaffen, in die Länge und Breite ausdehnen und diese Ausdehnung, welche gleichzeitig mit dem Herzschlage gefühlt werden muß, ist der in größeren Pulsadern deutlich, in kleineren nur schwach und in den kleinsten gar nicht mehr fühlbare Puls der Schlagadern, welcher hinsichtlich der größeren und geringeren Anzahl seiner Schläge natürlich ganz und gar vom Herzen abhängt.

Mit der constanten von der Arterienwand abhängigen Blutströmung in den Pulsadern mischt sich also noch eine Art Wellenbewegung, deren Ursache das rhythmische Bluteinpumpen des Herzens ist. Der Puls ist demnach eine Ausdehnung aller Arterien in die Länge und Weite durch die während der Zusammenziehung des Herzens eingepreßte Blutmenge. — Aber diese Ausdehnung tritt in der ganzen Länge des Gefäßsystems nicht gleichzeitig auf. Wenn das Blut in das Anfangsstück der Aorta eingepreßt wird, so wird dieses zuerst ausgedehnt. Nach Aufhören des mächtigen Herzdruckes üben die elastischen Wände der Aorta einen Druck auf das Blut aus, der den eingetretenen Ueberschuß wegzupressen versucht. Nach dem Herzen zu ist der Rückweg durch die Klappen versperrt, der Ueberschuß wird sonach weiter vorwärts gedrängt. Indem sich dieselbe Wirkung der elastischen Kraft in jedem folgenden mehr ausgedehnten Arterienstück wiederholt, läuft die Ausdehnung als Welle*) über die Arterienwand hin den Capillaren zu. Dabei nimmt die Kraft der Welle immer mehr ab und wird in der Regel vernichtet, ehe sie die Capillaren erreicht. Man kann das Fortschreiten des Pulses über die Arterien mit der Uhr messen. An vom Herzen entfernteren Arterien tritt die Ausdehnung der Wand später ein. Die Pulswelle pflanzt sich um 9240 Mm. in der Secunde fort. Man darf sich also diese Welle nicht als eine kurze, längs der Arterien fortlaufende Welle vorstellen; denn sie ist so lang, daß nicht einmal eine einzige ganze Welle Platz hat in der Strecke vom Anfange der Aorta bis zur Zehenspitze. Nehmen wir an, daß eine Zusammenziehung des Herzens $^1/_3$ Secunde dauert, so ist der Anfang der Welle schon 3080 Mm. (mehr als 9 Fuß) weit fortgeschritten, während ihr Ende in der Aorta entsteht. Es wird also durch den Puls sehr rasch das ganze Arterienrohr ausgedehnt, das sich dann etwas langsamer vom Herzen an wieder verengert. Die Apparate, welche man zur Pulsmessung ersonnen hat, heißen: Kymographion (Ludwig) und Sphygmographion (Vierordt).

Die Pulsfrequenz, d. h. die Zahl der Pulsschläge (also auch der Herzschläge s. S. 229) wechselt vielfach bei derselben Person. Die kleinste Bewegung, lautes und anhaltendes Sprechen, jede Veränderung im Athmen, sowie Gemüths- und Sinneseindrücke verändern die Pulsfrequenz in auffallender Weise; sie verlangsamt sich im Liegen, durch Kälte, beim Einathmen und beschleunigt sich durch Aufstehen, durch Wärme, Bewegung und während der Verdauung. Auch viele Arzneistoffe und Gifte beeinflussen die Pulsfrequenz in mannigfachster Weise. Am Morgen ist der Puls beschleunigter als am Abend. Beim ungeborenen Kinde beträgt die Zahl der Herzschläge bis zu 180; sie nimmt von der Geburt (wo sie gegen 150 beträgt) bis zum Mannesalter ab, und von da an wieder etwas zu; während der Säugling im Durchschnitt 134 Schläge in der Minute hat, sinkt die Zahl zwischen

*) Die Pulswelle zeigt einige Verschiedenheit von den Wellenbewegungen des Aethers, der Luft und eines ruhigen großen Wasserspiegels, der durch einen hereinfallenden Stein in Wellenkreisen bewegt wird. In den letztgenannten Fällen besteht die Welle nur in der Fortpflanzung eines Bewegungsvorganges, ohne daß die bewegten materiellen Theilchen am Ende ihrer Bewegung ihren Ort irgendwie verlassen hätten. Die Welle erzeugt hier nur in sich geschlossene Kreisbewegungen der Flüssigkeitstheilchen. Die Wellenbewegung des Blutes in den elastischen Pulsadern ist dagegen mit einer Ortsverrückung des Blutes verbunden.

dem 20sten und 24sten Lebensjahre auf 71. Sie bleibt sich dann längere Zeit gleich und steigt endlich wieder langsam an: im 55sten Jahre 72, im 80sten 79 Schläge in der Minute. Größere Personen haben im Allgemeinen weniger Pulsschläge als kleinere, ebenso Männer weniger als Frauen. Nun darf man aber nicht etwa glauben, daß bei raschem Pulse (z. B. im Fieber) das Blut auch rascher durch die Adern läuft, es kann sogar das Gegentheil stattfinden*). Der Grund liegt darin, daß raschere Herzschläge gewöhnlich auch entsprechend weniger energisch sind, so daß der einzelne Schlag weniger Blut auspumpt, als bei langsamerer Aufeinanderfolge der Pulse. Denn die stärkere Frequenz der Herzzusammenziehungen ist das Zeichen der Herzermüdung.

Bei der auf die Ausdehnung folgenden Zusammenziehung der Pulsadern, welche mit Nachlaß der Herzzusammenziehung eintritt, sonach stets mit der Ausdehnung des Herzens zusammenfällt und nur in krankhaftem Zustande bisweilen gefühlt werden kann, drücken also die Pulsadern ihren Blutgehalt nach den Haargefäßen hin vorwärts, weil die halbmondförmigen Klappen am Eingange der beiden Pulsaderstämme das Zurückströmen des Blutes in's Herz verhindern, wobei durch das Vibriren dieser Klappen der zweite Herz- und Arterienton erzeugt wird. Das Anprallen des aus den Herzkammern in die Pulsadern getriebenen Blutes bedingt dagegen ein Tönen der gespannten Pulsaderwand (d. i. der erste Arterienton), was aber bei gesundem Zustande nur in den größeren Schlagadern (durch das Hörrohr) zu hören ist. Je gespannter die Pulsaderwand, je mehr Blut, und je kräftiger dasselbe vom Herzen aus in die Schlagadern getrieben wird, desto stärker und deutlicher vernehmbar ist dieser Pulsaderton und umgekehrt. Ja wenn die linke Herzkammer, wie bei manchen Herzfehlern, krankhaft erweitert und ihre Wand infolge von Muskelneubildung hypertrophisch (übermäßig entwickelt) ist, hört man auch in den kleineren Pulsadern (an der Hand, am Fuße) einen Ton, wo im gesunden Zustand keiner zu hören ist.

Die **einzelnen größeren Pulsadern** (s. Taf. VI.) sind alle, bis auf die Lungenpulsader mit ihren beiden Aesten, Zweige der

*) Was die Geschwindigkeit der Blutbewegung in den Pulsadern betrifft, so ist diese in den Anfangstheilen der Blutbahn (Aorta) eine größere als in den weiter entfernten Bahnen, weil mit der fortschreitenden Verästelung der Arterien das Strombett sich erweitert. Die mittlere Geschwindigkeit in der Secunde für die Aorta beträgt im Mittel etwa 400 Mm., in der Carotis von Hunden etwa 300 Mm., so daß das Blut in den großen Gefäßen in der Secunde eine Wegstrecke von etwa einem Fuße durchläuft. Die Instrumente zum Messen der Geschwindigkeit der Blutbewegung wurden „Hämodrometer" (Volkmann) und „Hämotachometer" (Vierordt) genannt.

großen Körperpulsader (Aorta), welche zunächst aus ihrem aufsteigenden Stücke das Herz selbst mit den Kranzpulsadern versorgt, dann aus ihrem Bogen die Schlagadern für Hals, Kopf und Arme abschickt, und hierauf als absteigende Brust- und Bauch-Aorta den Wänden und Eingeweiden der Brust- und Bauchhöhle gutes Blut zuführt. Vor dem 4. oder 5. Bauchwirbel spaltet sich schließlich die Bauch-Aorta unter einem spitzen Winkel in eine rechte und eine linke Hüftpulsader, von denen sich eine jede sehr bald in die Becken- und in die Schenkelschlagader theilt; erstere verzweigt sich an der Wand und in den Eingeweiden des Beckens, die letztere läuft an der vorderen Fläche des Oberschenkels und an der hinteren des Unterschenkels bis zum Fuße herab.

**A. Pulsadern des Kopfes.** Die größeren Schlagadern des Schädels liegen ziemlich oberflächlich unter der Haut vorn, seitlich und hinten als Stirn-, Schläfe- und Hinterhaupts-Pulsadern. Die Schläfepulsader, an welcher man früher zur Ader ließ, zeigt sich dann, wenn die Hirngefäße in ihren Wandungen härter, brüchig und leicht zerreißlich sind (also bei Neigung zum Schlagflusse), deutlich weit mehr geschlängelt und hart durch die Haut hindurch fühlbar. — Im Gesichte läuft die größte Pulsader schräg vom Kieferwinkel zum Mund-, Nasen- und innern Augenwinkel in die Höhe. Uebrigens finden sich noch in der Augen-, Nasen- und Mundhöhle ziemlich zahlreiche Pulsadern.

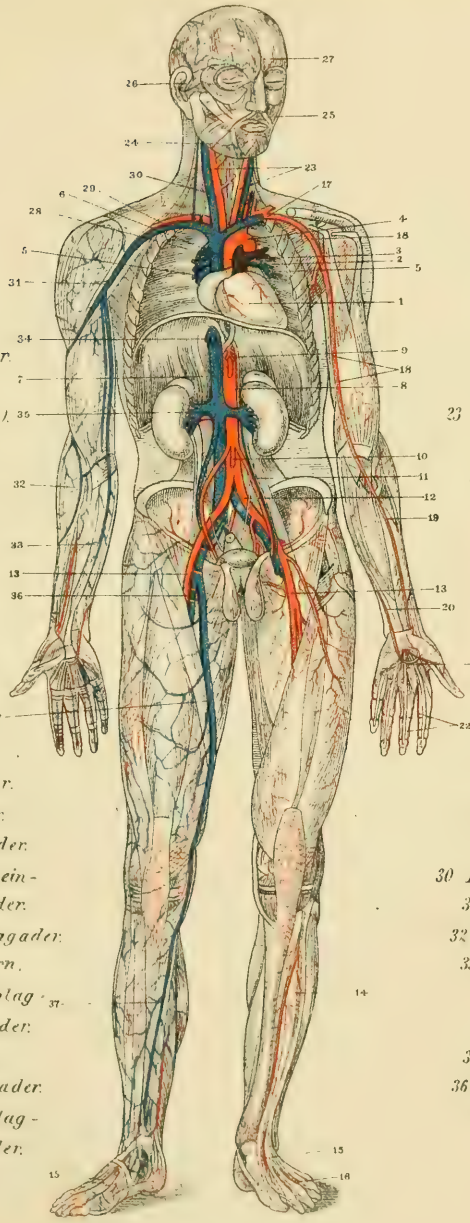
**B.** Die **Pulsadern des Rumpfes** zerfallen in die des Halses, der Brust, des Bauches und des Beckens und diese wieder in solche der Eingeweide und in solche der Wände und Muskeln. — Am Halse liegt an der rechten und linken Seite der Luft- und Speiseröhre die gemeinschaftliche Kopfpulsader (Carotis), welche in eine äußere und eine innere Carotis gespalten mit ihren Zweigen am Aeußern und Innern des Kopfes endigt. — In der Brusthöhle finden sich die Hauptpulsaderstämme, nämlich die Lungenpulsader mit dunklem (venösem) Blute, die sich zu beiden Lungen begiebt, und die große Körperpulsader oder Aorta mit ihrem aufsteigenden Stücke, dem Bogen und dem absteigenden Bruststücke. Außerdem verlaufen viele kleinere Schlagadern zwischen den Rippen (Zwischenrippenpulsadern), mit den Luftröhrenästen in die Lungen (zur Ernährung derselben), hinter dem Brustbeine und auf dem Zwerchfelle, sowie zu dem Herzen und dem Herzbeutel, zu der Luft- und Speiseröhre. In der Bauchhöhle liegt dicht vor der Wirbelsäule das absteigende Bauchstück der Aorta und dieses schickt zu den Bauchwänden und allen Baucheingeweiden eine Menge Aeste ab, bevor es sich in die beiden Hüftpulsadern theilt. — Das Becken wird in seinen Wänden und Eingeweiden von der Beckenschlagader mit Blut versorgt und diese hat ihre Lage innerhalb der Beckenhöhle.

**C.** Von den **Gliedmaßen** erhält eine jede nur einen einzigen Pulsaderstamm. Zur oberen Gliedmaße oder zum Arm tritt die Schlüsselbeinpulsader, welche in der Brusthöhle aus dem Aortenbogen ihren Ursprung nimmt, sich hinter dem Schlüsselbeine über die erste Rippe hinwegkrümmt und so in die Achselhöhle gelangt, wo sie nun den Namen Achselpulsader erhält. Von der Achselhöhle aus läuft sie dann als Armpulsader an der inneren Seite des Oberarms und in der Mitte der Ellenbogenbeuge herab zur inneren (oder Beuge-) Fläche des Vorderarms, wo sie sich in die Speichen- und Ellenbogenpulsader spaltet, die sich beide bis zur Hand erstrecken und hier vorzugsweise in der Hohlhand und an den Fingern endigen. — Die untere Gliedmaße oder das Bein erhält seinen Puls-

Tafel VI.

# Die Blutgefässe des Menschen.

( Schlagadern roth, Blutadern blau ).



1 Das Herz.
2 Lungenschlagader.
3 Grosse Körperschlagader. (Aorta).
4 Aortenbogen.
5 Lungenblutadern.
6 Obere Hohlader.
7 Untere Hohlader.
8 Bauchstück der Aorta
9 Kurze Bauch und obere Gekrösschlagader.
10 Untere Gekrösschlagader.
11 Samenschlagader.
12 Beckenschlagader.
13 Schenkelschlagader.
14 Vordere Schienbeinschlagader.
15 Fussrückenschlagader.
16 Zehenschlagadern.
17 Schlüsselbeinschlagader.
18 Armschlagader.
19 Speichenschlagader.
20 Ellenbogenschlagader.
21 Hohlhandbogen.
22 Fingerschlagadern.
23 Gemeinschaftliche Kopf- oder Halsschlagader (Carotis).
24 Unterkieferschlagader.
25 Lippenschlagader.
26 Schläfenschlagader.
27 Stirnschlagader.
28 Unpaare Blutader.
29 Schlüsselbeinblutader.
30 Innere Drosselader.
31 Achselblutader.
32 Speichenblutader.
33 Ellenbogenblutader.
34 Pfortader.
35 Nierenblutader.
36 Schenkelblutader.
37 Grosse Rosenblutader.

aderstamm, welcher Schenkelschlagader heißt, aus der Hüftbeinpulsader. Die Schenkelpulsader gelangt aus der Bauchhöhle (durch den Schenkelkanal in der Mitte der Schenkelbeuge) zur vorderen Fläche des Oberschenkels, wendet sich hier allmählich nach innen und schlägt sich endlich, eine kleine Strecke oberhalb des innern Kniekorrens, um den Oberschenkelknochen herum hinterwärts in die Kniekehle, wo sie den Namen Kniekehlenpulsader annimmt, zur Wade gelangt und sich in die vordere und hintere Schienbein- und in die Wadenbeinschlagader endigt. Die vordere Schienbeinpulsader läuft zum Rücken des Fußes, die hintere Schienbeinpulsader zur Fußsohle herab; beide versorgen den Fuß und die Zehen mit Blut.

### 3. Die Blutadern.

Die Blutadern oder Venen, welche das Blut aus allen Theilen des Körpers zum Herzen zurückführen, unterscheiden sich in vieler Hinsicht von den Pulsadern. Denn nicht nur, daß sie weit dünnere Wände und auch Klappen besitzen (s. S. 214), so sind sie auch viel zahlreicher und weiter, und ein großer Theil derselben verläuft viel oberflächlicher als die Pulsadern, welche übrigens stets von Blutadern begleitet werden. Ihren Ursprung nehmen die Blutadern aus den Haargefäßnetzen der Organe als feine, vielfach mit einander vereinigte Aederchen (Venenwurzeln), die nach und nach zu größeren und weniger zahlreichen Stämmchen zusammenfließen, welche endlich durch öftere Verbindung nur einige wenige große Blutaderstämme bilden. Solche Stämme sind die **vier Lungenblutadern**, welche dem kleinen Kreislaufe angehören, aus den von der Lungenpulsader gebildeten Haargefäßnetzen (welche die Lungenbläschen umspinnen) entspringen und das in der Lunge hellroth gewordene Blut in die linke Vorkammer schaffen. — Die Hauptblutaderstämme des großen Kreislaufs, welche dunkles Blut führen, münden in den rechten Vorhof ein und sind außer der großen Herz- oder Kranzblutader, welche vom Herzfleische zurückkehrt, nur noch die beiden Hohladern. Die **obere Hohlader** leitet das Blut der oberen Körperhälfte zum Herzen zurück, während durch die **untere Hohlader** das Blut aus der unteren Körperhälfte zurückfließt. Mit dieser unteren Hohlader hängt in der Bauchhöhle auch noch ein ganz besonderes Adersystem, nämlich das der Pfortader, zusammen, welches seiner Bedeutung wegen einer genaueren Beschreibung bedarf. Unter einander stehen die Blutadern durch Communicationszweige (Anastomosen) in vielfacherem Zusammenhange als die Pulsadern, so daß es nicht leicht zu einer sehr bedeutenden Störung im Blutlaufe des Blutadersystems kommen kann.

Das Blut fließt in den Blutadern weit langsamer als in den Pulsadern; auch läßt sich in den Blutadern ein Pulsiren wie an den Schlagadern nicht wahrnehmen. Dies kommt daher, weil, wegen des zwischen den Pulsader-Endchen und Blutader-Wurzeln befindlichen engen Haargefäßnetzes, das Herz durch seine Zusammen-

ziehung das Blut nicht so direct mit starkem Drucke in die Blutadern treiben kann, wie in die Pulsadern. Deshalb brauchen die Blutadern aber auch keine so starken Wände, wie die Pulsadern. — Zur Unterstützung des Blutlaufes in den Blutadern, welcher zunächst natürlich ebenfalls von der Herzthätigkeit und von den Zusammenziehungen der Blutaderwände abhängt, dienen dann aber vorzüglich auch noch: das Erweitern des Brustkastens beim Einathmen, wodurch das Blut der Blutaderstämme in die Brusthöhle (wie Flüssigkeit in eine Spritze) eingesogen wird (Thorax-Aspiration) und ferner die Muskelzusammenziehungen bei Bewegungen, weil durch diese ein Druck auf die Blutadern ausgeübt und ihr Inhalt der Klappen wegen nur vorwärts nach dem Herzen hin geschoben wird. Je flotter das Blut in den Blutadern strömt, desto schneller und besser muß natürlich auch im gesunden Zustande das Blut aus den Haargefäßen die aufgenommenen Gewebsschlacken wegführen und überhaupt den Stoffwechsel unterhalten können, während bei träger Circulation in den Blutadern, die sehr leicht zu Stande kommt, die Ernährung und Thätigkeit der Organe in Folge des verlangsamten Stoffwechsels herabgesetzt wird. — Bei manchen Venen wirkt auch die Schwerkraft für die Blutbewegung in ihnen förderlich, wie dies bei den Venen des Kopfes und Halses bei aufrechter Stellung der Fall sein muß. Dagegen ist sie bei anderen Venen (denen der Beine) hinderlich und wirkt hemmend und verzögernd auf die Blutbewegung; daher die häufigen Venenerweiterungen Blutaderknoten, sogen. Krampfadern an den Beinen bei Personen, die viel stehen; deshalb thut die höhere Lagerung eines kranken Gliedes gut, weil der venöse Abfluß erleichtert wird.

Pfortaderblutlauf (s. S. 221 Fig. 57). In der Bauchhöhle erhalten die in das Bauchfell eingewickelten Verdauungsorgane drei ziemlich starke Pulsadern aus der Bauchaorta, nämlich die große Eingeweide-, die obere und die untere Gekrösschlagader (s. Fig. 57 n), welche sich in diesen Organen nach vielfacher Verzweigung endlich mit einem Haargefäßnetze (o) endigen, aus welchen Blutadern ihren Ursprung nehmen, die sich zu drei Stämmen, zur Milz-, großen Magen- und Gekrösblutader vereinigen. Diese Stämme fließen dicht unterhalb der Leber zu einer einzigen starken Blutader zusammen, welche Pfortader (p) heißt, in die sogen. Pforte der Leber hineintritt und sich hier wie eine Pulsader in immer kleinere Zweige zertheilt, bis sie schließlich ein Haargefäßnetz (q) bildet, welches die Leberzellen umspinnt und sodann allmählich in die Leberblutadern (r) übergeht. Diese letzteren schaffen nun das Blut aus der Leber wieder heraus in die untere Hohlader (s), durch welche dasselbe in den rechten Vorhof des Herzens (a) gelangt. Während also im ganzen übrigen Körper das Blut stets nur ein Haargefäßsystem durchläuft, bevor es in das Herz zurückkehrt, durchströmt das die meisten Verdauungsorgane (den Magen und Darmkanal, die Milz und Bauchspeicheldrüse) speisende Blut zwei Haargefäßnetze (o, p), nämlich das der genannten Organe und das der Pfortader in der Leber. — Das durch die Pfortader in die Leber einfließende Blut unterscheidet sich in Etwas von dem Blute der anderen Blutadern, denn es ist dickflüssiger, fetthaltiger, kurz schlechter als dieses, während das aus der Leber durch die Leberblutadern herausfließende

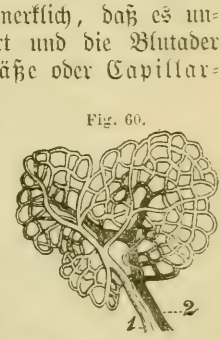
Blut besser und reich an jüngeren Blutkörperchen ist, welche dasselbe aus dem Milzblute erhielt. Es muß demnach das Pfortaderblut innerhalb der Leber einen Theil seiner schlechten Stoffe abgesetzt und zwar hauptsächlich alte Blutkörperchen verloren haben. Der Abfall bei dieser Reinigung des Pfortaderblutes in der Leber wird zur Gallenbildung verwendet. — *Störungen im Pfortaderblutlaufe* müssen also Anhäufungen von Blut in den Verdauungsorganen, Störung in der Blutreinigung, sowie in der Gallenbereitung nach sich ziehen und, wenn sie anfangs auch blos örtliche Beschwerden im Bauch veranlassen, schließlich doch auch eine Verschlechterung der ganzen Blutmasse erzeugen, durch welche die mannigfachen lästigen Symptome der „Hypochondrie" sowie der „Unterleibs- oder Hämorrhoidalbeschwerden" zu Stande kommen. — *Die Quelle des Pfortaderblutlaufes* ist natürlich, wie in allen anderen Blutadern, vorzugsweise die Herzthätigkeit und die Zusammenziehung der Gefäßwand, jedoch dient hierbei auch noch die Erweiterung des Brustkastens beim Einathmen (wobei das Blut aus der Leber herausgesogen wird), sowie der Druck auf die Pfortaderwurzeln bei den Zusammenziehungen der Bauchmuskeln und des Darmkanals, zur Unterstützung.

Daß das vom Magen und Darmkanal kommende Pfortaderblut erst durch einen Reinigungsapparat, nämlich durch die Leber, fließen muß, ehe es in den allgemeinen Blutstrom gelangt, hat vielleicht den Vortheil, daß manche in den Verdauungskanal und von da in das Pfortaderblut gebrachte unnütze oder schädliche Stoffe in der Leber mit den Gallenstoffen wieder ausgeschieden werden und nicht in den allgemeinen Blutstrom gelangen.

## 4. Die Haar- oder Capillargefäße.

Die feinsten, äußerst dünnwandigen und durchsichtigen Blutgefäßchen, welche die letzten Endchen der Pulsadern mit den ersten Anfängen der Blutadern vereinigen (doch so unmerklich, daß es unmöglich ist anzugeben, wo die Pulsader aufhört und die Blutader beginnt), werden ihrer Feinheit wegen *Haargefäße* oder *Capillargefäße* genannt. Sie bestehen aus einer glashellen, zarten, aus platten, kernhaltigen Zellen zusammengefügten Haut, welche die directe Fortsetzung des die Arterien und Venen auskleidenden Zellenhäutchens (Gefäßendothels) darstellt und besitzen zumeist einen so geringen Durchmesser (im Durchschnitt nur 0,01 Millimeter), daß ein rothes Blutkörperchen eben noch durch sie hindurchschlüpfen kann. Immer vermitteln sie den Uebergang des Blutes aus den Arterien in die Venen; nur in der Leber, wo eine Blutader, nämlich die Pfortader, sich auch in Haargefäße endigt, verbinden sich diese Venenendchen (der Pfortader) mit Venenanfängen (der Lebervenen). — Die Haargefäße, von denen es demnach Lungencapillaren, Körpercapillaren und Lebercapillaren giebt, bilden stets ein continuirliches Netz (Haargefäßnetz), in dessen Maschen oder Schlingen, welche nach den verschiedenen Organen eine verschiedene Form und Weite haben, die zu ernährenden Ge-

Fig. 60.




Haargefäßnetz eines kleinen Fetttraubchens.
1) Pulsaderendchen.
2) Venenwurzelchen

webstheilchen wie eingelagert erscheinen. Nur sehr wenige und zwar die sogenannten einfachen Gewebe (wie die Oberhäute, Haare, Nägel, wahren Knorpel, Linse) besitzen keine Haargefäße. — Die Wände der Capillaren sind außerordentlich leicht durchdringlich, gewöhnlich nur für Flüssigkeiten und gasförmige Stoffe, so daß mit Hülfe der Endosmose der Austausch von solchen Stoffen außer- und innerhalb der Capillaren sehr leicht vor sich gehen kann. Neuerlich beobachtete man, daß auch rothe und farblose Blutkörperchen die Haargefäße ohne Zerreißung der Wand, besonders bei abnormen Verhältnissen (Entzündung), verlassen können und in dem umgebenden Gewebe als Eiterkörperchen erscheinen. Der Hergang dieser sogen. Auswanderung oder Diapedesis von Blutkörperchen, insbesondere farbloser, aus unverletzten Haargefäßen und deren Ueberwanderung in die Gewebe, soll in einer Filtration durch unendlich feine Oeffnungen (sogen. Stomata) der Gefäßwände bestehen. Ja man hat die Blutkörperchen geradezu auf ihrer Auswanderung ertappt, während die eine Hälfte bereits außerhalb und die andere noch innerhalb des Gefäßes sich befand, beide Hälften aber durch einen äußerst dünnen, die Gefäßwand durchsetzenden Faden zusammenhingen. — Die Haargefäße sind ferner auch sehr contractil und ziehen sich auf die leiseste Reizung zusammen; Kälte kann sie fast bis zur gänzlichen Verschließung bringen. Auf eine starke Zusammenziehung der Capillaren folgt gewöhnlich eine widernatürliche Erweiterung derselben, mit Ansammlung einer größeren Menge Blutes in ihrem Innern (Entzündung), was dann langsamer fließt oder ganz stille steht.

Durch die Haargefäße fließt das Blut nur sehr langsam und ohne pulsatorische Bewegung in ununterbrochenem gleichförmigen Strom; nur langsam und einzeln, immer nur hinter, nicht neben einander können die Blutkörperchen die Capillaren passiren. Durch die engsten Gefäßchen zwängen sie sich scheinbar mühsam, indem sie sich in die Länge strecken, hindurch, ja bisweilen treiben sie stellenweise zuerst einen dünnen fadenförmigen Fortsatz hindurch, welcher jenseits der Enge knopfförmig anschwillt und so den Rest des Körperchens nachzieht. Auf diese Weise ist das Blut genöthigt, längere Zeit in den Geweben zu verweilen und bekommt dadurch Gelegenheit, in nähere und innigere Berührung mit denselben zu treten. Und dies geschieht, indem fortwährend Ernährungsflüssigkeit mit Hülfe der Endosmose aus der Blutflüssigkeit (Blutplasma) durch die Haargefäßwände hindurchschwitzt und dafür die durch den Stoffwechsel erzeugten und wieder flüssig gewordenen Gewebsschlacken (Mauserungsstoffe) von außen eindringen. Außerdem kann das Material für alle Ab- und Aussonderungen, welches stets aus dem Blute stammt, nur durch die Haargefäßwände hindurch das Blut verlassen. Sonach gehören die Haargefäße zu den wichtigsten Organen, da nur mit ihrer Hülfe das Blut die Ernährung

und Absonderung, kurz den Stoffwechsel besorgen kann. — Die Körpercapillaren besorgen die Ernährung der Gewebe und die Ab- und Aussonderungen; die Lungencapillaren vermitteln den Austausch zwischen Sauerstoff und Kohlensäure; die Lebercapillaren reinigen das Blut von alten Blutkörperchen und dienen dabei zugleich zur Gallenbildung.

**Die Kräfte, welche den Blutkreislauf bewirken,** sind also, kurz wiederholt, folgende: 1. Die Herzbewegung, welche in den Pulsadern eine rhythmische (pulsatorische), in den Haargefäßen und Venen eine continuirliche Strömung des Blutes veranlaßt, bei welcher durch die Capillaren gerade so viel Blut hindurchgetrieben wird, als das Herz rhythmisch in die Arterien überpumpt (etwa $^1/_{400}$ des Körpergewichts, 150—190 Gramm). 2. Die Verengerung der Blutgefäße (s. S. 223), deren Wände sich vermöge ihrer Elasticität und ihrer durch Muskel- und Nervenfasern bedingten Contractilität zusammenziehen können. In den Pulsadern scheint sogar eine peristaltische (wurmförmige) und regelmäßig geordnete Zusammenziehung stattzufinden. Durch solche Contractionen wird das Blut aus den kleinen Arterien in die Haargefäße und Venen getrieben. 3. Die Aspiration des Brustkastens, d. i. das in Folge des Erweiterns des Brustkastens beim Einathmen erzeugte Einsaugen des Venenblutes und so der gesammten Blutmasse gegen den Brustkasten hin. Es gleicht diese Aspiration also dem Einziehen einer Flüssigkeit in eine Spritze, deren Stempel aufgezogen wird. Diese Aspiration bedingt auch, daß eine durchschnittene Vene beim Einathmen Luft einsaugt (was zum plötzlichen Tode führen kann). 4. Muskelzusammenziehungen (s. S. 147), welche einen Druck auf die den contrahirten Muskeln benachbarten Venen ausüben, pressen das Venenblut in der Richtung gegen das Herz hin, da ihm der Weg in der entgegengesetzten Richtung durch die sich schließenden Klappen der Venen versperrt wird.

## Blut, Lymphe und Gefäßsystem bei den Thieren.

Unter den **Wirbellosen** fehlt bei Urthieren, Pflanzenthieren und niederen Würmern (Plattwürmern) Blut und ein Blutgefäßsystem. Bei den Urthieren wird die von außen bezogene oder von einem verdauenden Körperabschnitt gebildete Ernährungsflüssigkeit im Protoplasma des Körpers verbreitet. — Die niederen Würmer, welche keine Leibeshöhle besitzen, geben den Speisesaft direct, durch die Wand des Darmschlauchs, an die Gewebe des Körpers ab. Bei höheren Würmern entsteht mit einer Leibeshöhle ein Gefäßsystem, welches sich zu einem geschlossenen Röhrensystem entwickelt, von welchem einzelne Theile an einer, bald an mehreren Stellen sogen. contractile Propulsions- oder herzartige Organe für das Blut bilden. Im Allgemeinen wird das Blutgefäßsystem durch einen Rücken- und einen Bauchgefäßstamm gebildet, welche schlingenförmig vorn und hinten in einander umbiegen und durch Quergefäße mit einander in Verbindung stehen. Bei den Manteltbieren hat das Herz (ein rundlicher oder länglicher Schlauch, mit wechselnder Richtung des Blutstroms) stets eine bestimmte Lage und geht meist aus dem Bauchgefäßstamm hervor. Das Blut der Würmer ist bald farblos, bald gefärbt (roth, bläulich, violett, grün, gelblich); der Farbstoff haftet meist an den Blutzellen, mitunter auch an der Blutflüssigkeit. — Das Gefäßsystem der Gliederthiere steht auf einer niederen Stufe; die Leibeshöhle bildet einen Abschnitt der Blutbahn; ein Rückengefäßstamm fungirt als Herz. Das Blut der Gliederthiere ist meist farblos, nur bei einigen Insekten ist das Plasma roth oder grün gefärbt. Die Blutkörperchen sind farblose Zellen. — Auch bei den Mollusken steht das mit einem Herzen versehene Gefäßsystem im Zusammenhang mit der Leibeshöhle und bietet manche Uebereinstimmung mit dem Gefäßapparate der höheren Würmer. Das Blut der Mollusken besitzt farblose Zellen; es ist meist farblos, selten roth, mitunter bläulich, violett oder grün.

Das Blut der **Wirbelthiere** bewegt sich in geschlossenen, mit eigenen Wandungen versehenen Bahnen, welche ein Arterien- und ein Venensystem darstellen, zwischen denen ein Haargefäßsystem

peripherisch eingeschaltet ist. — Wundernetze, welche bei verschiedenen Wirbelthieren vorkommen, sind eigenthümliche Gefäßverbreitungen, bei welchen eine Vene oder Arterie sich plötzlich in ein Büschel feinster Aeste zertheilt, die mit oder ohne Anastomosen sich entweder in das Capillarsystem verlieren, oder sich bald wieder in einen Stamm sammeln. — Das Herz, welches bei Gliederthieren, Mollusken und den meisten Würmern aus dem Rückengefäßstamm entsteht, bildet sich bei den Wirbelthieren, wie bei den Mantelthieren aus dem Bauchgefäßstamm. — Das Gefäßsystem des Amphioxus unterscheidet sich sehr auffallend von jenem der Schädelthiere und erinnert an die Würmer. Ein Herz fehlt, dagegen sind alle größeren Gefäßstämme contractil. — Alle Schädelthiere besitzen ein Herz, Lymph- und Chylusgefäßsystem. Die Formelemente der Lymphe entsprechen den Blutzellen der Wirbellosen und erscheinen im Blute, zu farbstoffhaltigen Körperchen umgebildet, welche die Färbung des Blutes bedingen. Allen rothen Blutkörperchen der Wirbelthiere kommt ein Kern zu, welcher bei den Säugethieren aber nur während des Embryonalzustandes besteht. Das „Herz" aller Schädelthiere (auch des Menschen) ist von einem „Herzbeutel" umgeben und entsteht aus einem einfachen Schlauch, der sich in Vorhof und Kammer sondert; auf dieser Stufe bleibt das Herz der Fische stehen. Die aus der Herzkammer entspringende Pulsader theilt sich in ebensoviel Zweige als sogen. Kiemenbogen vorhanden sind; die aus den Haargefäßen der Kiemenarterie hervorkommenden Kiemenblutadern sammeln sich in einem größern Gefäßstamm, der Aorta, von welcher aus der Körper mit arteriellem Blute versorgt wird. — Mit dem Auftreten von Lungen treten sowohl in der Anordnung der großen Gefäßstämme, wie im Bau des Herzens Aenderungen ein. Bei den zeitweise mit Lungen athmenden Lurchfischen beginnt sich der Vorhof in einen rechten und linken Abschnitt zu theilen. Bei den Amphibien mit doppelter Vorkammer findet sich noch eine aber bereits Spuren einer Trennung zeigende Kammer; die eine Vorkammer empfängt Venenblut aus dem Körper, die andere arterielles Blut aus den Athmungsorganen, so daß die Kammer gemischtes Blut in den aus ihr entspringenden Arterienstamm entsendet, welcher während des Larvenzustandes und bei den bleibend durch Kiemen athmenden Amphibien zunächst Kiemenarterien, und bei den durch Lungen athmenden eine Lungenarterie abgiebt. — Bei den Reptilien rückt das Herz in größere Entfernung vom Kopfe und wird in die Brusthöhle eingebettet. Die Trennung der Kammern schreitet weiter; vollständig ist sie bei den Krokodilen. — Der Gefäßapparat der Vögel schließt sich eng an denjenigen der Reptilien. Das Herz ist vollständig in 2 Kammern und 2 Vorhöfe getrennt, arterielles und venöses Blut erleidet keine Mischung. — Das Herz der Säugethiere, welches sich im Allgemeinen wie das des Menschen verhält, durchläuft während seiner Entwickelung ähnliche Bildungsstufen wie in dem Thierreiche: zuerst einfacher Schlauch, in dessen einem Ende das Blut ein-, im anderen Ende austritt; allmählich bildet sich durch Erweiterungen, Krümmungen, nachträgliche Bildung von Scheidewänden ein einfaches Herz aus einer Vor- und einer Herzkammer aus, schließlich das doppelte Herz. Im ungebornen Zustand besteht zwischen den beiden Vorhöfen eine Verbindung; bei den Beutelthieren durch eine schlitzförmige Oeffnung, bei den Placentalthieren (wie beim Menschen) durch das „ovale Loch". Die Herzohren erscheinen als Rückbildungen des vordern Vorhofsabschnittes der unteren Classen. Die Herzklappen der Wirbelthiere sind meistens Verdoppelungen des Endokardiums oder der inneren Herzhaut; doch finden sich auch muskulöse Klappen. Die Klappen im Herzen der Wirbellosen sind entweder Verdoppelungen der inneren Herzhaut oder zellige Gebilde. An der Scheidewand zwischen Vorkammer und Herzkammer findet sich bei einzelnen Wiederkäuern und Dickhäutern ein knorpeliges Stück, welches später verknöchert (s. S. 136). Hilfsherzen oder rhythmisch pulsirende muskulöse Stellen bestimmter Blutgefäße finden sich bei manchen Thieren (Fischen, Amphibien, meist im Venensystem (z. B. an den Hohladern, Hüftbeinblutadern, Achselvenen, Pfortader, Schwanzvene). Ein sogen. Pfortaderherz kommt bei der Bauchkieme vor (Myxine); ein Caudalherz eine Erweiterung der Schwanzvene) findet sich beim Aale.

Das Lymphgefäßsystem besitzt bei den niederen Abtheilungen der Wirbelthiere wenig Selbstständigkeit. Bei den Vögeln und Säugethieren besteht ein deutlich ausgebildeter Milchbrustgang. Lymphherzen d. i. besondere contractile Organe an gewissen Stellen des Lymphsystems, welche durch rhythmische Pulsation die Lymphe fortbewegen, kommen bei den Amphibien und einzelnen Vögeln vor. — Eigentliche Lymphdrüsen fehlen den Fischen, Amphibien und Reptilien; dagegen finden sich in Begleitung der Arterien Stellen, an denen in einem bindegewebigen Balkenwerk Lymphzellen entstehen. In der Darmwand finden sich bei höheren Wirbelthieren einzelne kleine Follikel, und im Mitteldarm, hauptsächlich bei Säugethieren, Peyer'sche Follikelhaufen. — Die zu den Lymphdrüsen gehörende Milz hat ihre Lage stets in der Nachbarschaft des Magens und kommt, wie die Schilddrüse, mit Ausnahme des Amphioxus allen Wirbelthieren zu.

# IV. Athmungs-Apparat.

Auf der Athmung oder Respiration beruht das Leben, weil durch sie der Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft in das Blut und von diesem aus zu allen Organen gelangt, der Sauerstoff aber allein alle die Kraftäußerungen und Erscheinungen hervorbringt, die man Lebens-

erscheinungen zu nennen pflegt. Beim Athmen wird nun aber nicht blos atmosphärischer Sauerstoff in das Blut mit Hülfe des Einathmens oder der Inspiration eingeführt, sondern gleichzeitig auch die schädliche Kohlensäure aus dem Blute und Körper, mit Hülfe des Ausathmens, der Exspiration ausgeführt. — Im Allgemeinen versteht man unter Athmung denjenigen Theil des Stoffwechsels, bei welchem gasartige Stoffe betheiligt sind, besonders die Zufuhr des Sauerstoffs zu Körperbestandtheilen und die Entfernung der luftartigen Oxydationsproducte, namentlich der Kohlensäure. „Aeußere Athmung" oder kurzweg „Athmung" findet überall da statt (in Athmungsorganen), wo das Blut mit der Außenwelt in nahe Berührung kommt, wie bei der Lungen-, Haut- und Darmathmung, wobei das Athmungsmedium entweder von der atmosphärischen Luft oder dem Wasser gebildet wird; „innere oder Gewebsathmung" kommt dagegen in den Körpergeweben selbst zu Stande, während denselben Sauerstoff übergeben und Kohlensäure entzogen wird.

Der Sauerstoff, durch welchen das dunkle Blut in helles verwandelt wird, ist deshalb zur Unterhaltung des Lebens unentbehrlich, weil er die guten wie schlechten Stoffe so verwandelt (verbrennt), daß die ersteren nun erst zum Aufbaue (zur Ernährung) unseres Körpers verwendet, die letzteren dagegen zum Austritt aus dem Blute fähig gemacht werden können. Auch wird durch ihn die für das Bestehen unseres Körpers durchaus nöthige Wärme (+ 28—30° R. oder 36—38° C.) entwickelt. Die schädliche Kohlensäure ist eines der wichtigsten Producte jener Verbrennung, ebensowohl von guten wie von unbrauchbaren Blutbestandtheilen. — Der Pflanze hat es der Mensch zu verdanken, daß sich die seinem Leben feindliche Kohlensäure nicht in der Atmosphäre in widernatürlicher Menge anhäuft, und daß die ihn umgebende Luft stets die gehörige Menge des zum Leben unentbehrlichen Sauerstoffs enthält. Die Pflanze ist nämlich im Stande nicht blos die Kohlensäure in sich aufzunehmen und durch Zersetzung unschädlich zu machen, sondern aus derselben auch Sauerstoff zu entwickeln. Dies geht so zu. Die Kohlensäure ist aus zwei einfachen Stoffen zusammengesetzt, aus Kohlenstoff und Sauerstoff. Diese beiden Stoffe trennt nun die Pflanze von einander; sie selbst behält den Kohlenstoff zu ihrem Aufbaue für sich, und giebt den Sauerstoff an die Atmosphäre ab. Aber nicht alle Pflanzentheile haben die Fähigkeit Kohlensäure zu zerlegen und Sauerstoff zu liefern; auch findet die Zerlegung nicht zu allen Tageszeiten statt. Nur die grünen Pflanzentheile, also hauptsächlich die Blätter, sind im Stande, den Sauerstoff aus der Kohlensäure zu entwickeln, und zwar nur am Tage, unter dem Einflusse des Sonnenlichts und bei gehöriger Feuchtigkeit. Im Dunkeln dagegen geben die grünen Pflanzentheile Kohlensäure anstatt des Sauerstoffs von sich und nehmen Sauerstoff auf. Jedoch ist die Menge des Sauerstoffs, den sie während des Tages durch Zerlegung der Kohlensäure erzeugen, bei weitem größer als die von ihnen im Dunkeln aufgenommene Sauerstoffmenge. Die Aufnahme von Sauerstoff im Dunkeln ist den Pflanzen aber ganz unentbehrlich, wenn sie am Tage Kohlensäure zersetzen sollen. Blüthen, Früchte und Wurzeln liefern stets, auch im Lichte, Kohlensäure. — Sonach tritt die Pflanze vermöge der zersetzenden Wirkung, welche ihr Blattgrün oder Chlorophyll bei Tage auf die Kohlensäure ausübt, jeder nachtheiligen Anhäufung von Kohlensäure in der Atmosphäre (verursacht durch das Athmen der Menschen und Thiere) entgegen. Die Pflanzen arbeiten am Tage, zerlegen die nicht athembare Kohlensäure in athembaren Sauerstoff, den sie der

Luft wiedergeben, und in Kohlenstoff, den sie ihrem Körper einverleiben. In der Nacht und im Dunkeln verzehren sie einen Theil des Sauerstoffs wieder, um ihr Leben und ihre Arbeitsfähigkeit zu erhalten. Die Ueberschüsse ihres Fabrikats, den Sauerstoff, den sie nicht selbst zu ihrer Erhaltung verbrauchen, überlassen sie der Thierwelt, um von dieser dafür Kohlensäure in Tausch zu erhalten, welche sie dann am Tage wieder weiter verarbeiten. Sie arbeiten also so viel, daß sie ihre eigenen Bedürfnisse befriedigen und noch einen Ueberschuß ihres werthvollen Fabrikats erhalten, den sie als Tauschobject für das Rohmaterial, die Kohlensäure, den Thieren überlassen können.

Das Athmen (die Respiration) besteht nun darin, daß wir unsern Brustkasten abwechselnd erweitern und verengern, ähnlich wie wir einen Blasebalg auf- und zumachen. Beim Erweitern (Aufziehen) des Brustkastens wird in die Höhle desselben Luft eingezogen, d. i. das Einathmen oder Inspiriren; beim Verengern (Zusammenfallen desselben wird ein Theil der eingeathmeten Luft (in etwas veränderter Beschaffenheit) wieder herausgedrückt, d. i. das Ausathmen oder Exspiriren. Nun wird hierbei die Luft nicht etwa, wie beim Blasebalge, in einen einzigen, von der Brustkastenwand umgebenen hohlen Raum gezogen, sondern in zwei zellenhaltige, schwammige, durch eine einzige Röhre (Luftröhre) mit einander verbundene Organe, von denen das eine in der rechten, das andere in der linken Hälfte der Brusthöhle liegt, und diese luftaufnehmenden Organe sind die Lungen.

Man könnte demnach diese Athmungseinrichtung mit einem Blasebalge vergleichen, in dessen Höhle zwei längliche Blasen liegen, die mit ihren Hälsen vorn am Eingange des Blasebalgs befestigt sind. Zieht man den Blasebalg auf, so strömt dann die Luft in die Blasen ein. Befände sich zwischen diesen Blasenhälsen dann noch die Mündung eines dritten Blasenhalses, die außen mit Flüssigkeit in Berührung stände, so würde beim Aufziehen des Blasebalges nicht blos Luft in jene beiden Blasen, sondern auch Flüssigkeit in jene dritte Blase gezogen werden. Drückt man hierauf den mit Luft und Flüssigkeit erfüllten Blasebalg zusammen, so muß natürlich auch wieder Luft und Flüssigkeit ausströmen. — So ähnlich verhält es sich auch mit unserm Brustkasten. Beim Erweitern desselben (beim Einathmen) wird nicht nur Luft in die Lungen gezogen, sondern auch ein Zug auf die Flüssigkeiten (Blut, Lymphe, Speisesaft) in denjenigen Gefäßen ausgeübt, welche in den Brustkasten eintreten. Das Verengern desselben (beim Ausathmen) treibt Luft aus und drückt auch den flüssigen Gefäßinhalt vorwärts. — Indem bei dieser Einrichtung die eigentlich unwillkürlich arbeitenden Athmungsmuskeln zum Theil auch nach unserm Willen den Brustkasten erweitern und verengern können, ist es uns möglich gemacht, durch kräftiges Ein- und Ausathmen nicht blos auf den Athmungsproceß, sondern auch auf die Förderung des Blutlaufs, sowie auf den Lauf der Lymphe und des Speisesaftes einen wesentlichen Einfluß auszuüben.

Der dem Athmen dienende Apparat wird aus verschiedenen Theilen und Organen zusammengesetzt; es sind: der Brustkasten mit den Athmungsmuskeln, die Luftwege (Mund- und Nasenhöhle, Kehlkopf und Luftröhre mit ihren Verzweigungen) und die eigentlichen Luftbehälter (die Lungen).

Der **Brustkasten** (s. S. 129 und 131) bildet den obern, unterhalb des Halses liegenden Theil des Rumpfes und wird an seiner hinteren Wand von den zwölf Brustwirbeln, seitlich von den Rippen

(zwölf auf jeder Seite) und vorn vom Brustbein und von den Rippenknorpeln zusammengesetzt. Die Höhle des Brustkastens oder die Brusthöhle, welche luftdicht geschlossen ist, nach unten von der Bauchhöhle durch das Zwerchfell (s. S. 149) abgegrenzt und übrigens von den Brustmuskeln (s. S. 149) umgeben wird, kann theils dadurch, daß sich das nach oben, nach der Brusthöhle hin gewölbte Zwerchfell zusammenzieht und dabei abplattet und herabsteigt, theils dadurch, daß mit Hülfe von Muskeln das Brustbein und die Rippen in die Höhe gehoben und nach außen gezogen werden, eine nicht unbeträchtliche Erweiterung erleiden. Sie wird dagegen wieder verengert, sobald das Zwerchfell in seiner Zusammenziehung nachläßt und sich dann in die Brusthöhle hinaufwölbt, und sobald die gehobenen Rippen herabsinken oder gar noch durch Muskeln kräftig herab- und einwärts gezogen werden. Das Einathmen kommt durch Erweiterung der Brusthöhle, das Ausathmen durch Verengerung derselben zu Stande. Zum richtigen Vonstattengehen des Athmens bedürfen wir natürlich eines gutgebauten und gehörig beweglichen Brustkastens, sowie kräftiger Athmungsmuskeln.

Die zum Athmen dienenden Muskeln, unter denen das Zwerchfell (die fleischige, in ihrer Mitte sehnige, quer zwischen Brust- und Bauchhöhle ausgespannte Scheidewand) die Hauptrolle spielt, sind zwar willkürliche, sie arbeiten jedoch, wodurch das zum Leben und Gesundsein ganz unentbehrliche Athmen nicht unterbrochen wird, für gewöhnlich, auch während des Schlafes, ganz ohne unsern Willen. Es sind diese von unwillkürlichen Muskeln ausgeführten unwillkürlichen Athmungsbewegungen sogen. „Ueberstrahlungs- oder Reflexbewegungen" (s. S. 145), die von den Nervenfäden angeregt werden, welche sich von den verschiedensten Theilen unseres Körpers in das verlängerte Mark des Gehirns (s. S. 174) hinziehen. Hier, in diesem Nervenmittelpunkte, an der Ursprungsstelle des zehnten und elften Hirnnerven (s. S. 177), finden diese zuleitenden Nerven diejenigen Nervenfäden im sogen. Athmungscentrum versammelt, welche sich zu den Athmungsmuskeln erstrecken, und so können nun jene zuleitenden Nerven bequem ihre Reizung (durch Ueberstrahlung, Reflex) auf die Bewegungsnerven übertragen und durch diese die Athmungsbewegungen veranlassen. Das Athmungscentrum wird, ähnlich wie die Herzbewegungen durch beschleunigende und verlangsamende (regulatorische) Nervenfasern beeinflußt, welche mit dem Vagus verlaufen. Die Athembewegungen hängen von einem bestimmten Sauerstoff- und Kohlensäuregehalt des Blutes ab; man kann z. B. die Athembewegungen unterdrücken, wenn man durch künstliche Athmung (Einblasen von Luft in die Lungen) das Blut mit Sauerstoff sättigt und arm an Kohlensäure erhält. Sauerstoffmangel und Anhäufung von Kohlensäure bewirken zuerst Verlangsamung und Vertiefung der Athemzüge, wodurch (wenn Sauerstoff im Athmungsmedium vorhanden) der Sauerstoffgehalt des Blutes erhöht wird. Steigert sich aber die Sauerstoffverarmung, so treten allgemeine Krämpfe ein, endlich hören die Athembewegungen auf und der Tod (Erstickung) tritt ein. Verletzungen des verlängerten Marks unterdrücken die Athmung und sind daher fast augenblicklich tödtlich. — Da das verlängerte Mark auch für die Bewegungsnerven des Herzens eine Sammelstelle enthält, so kommt es bei stärkeren Reizungen der zuleitenden Nerven, die aus den verschiedensten Theilen unseres Körpers herkommen, sehr häufig vor, daß gleichzeitig der Herzpuls und das Athmen beschleunigt werden. — Man wendet die Erregung

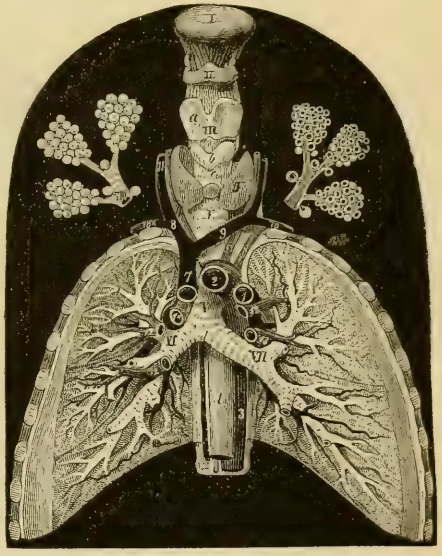
von Ueberstrahlungsbewegungen des Herzens und Athmungsapparates zur Erweckung aus dem Scheintode (bei Ertrunkenen, Erdrosselten, Erstickten) an. Hierbei muß nämlich das Athmen und die Herzthätigkeit so rasch als möglich wieder in Gang gebracht werden und zu diesem Zwecke sucht man die zuleitenden Nerven zu reizen: durch Besprengung des Gesichts und der entblößten Brust mit kaltem Wasser, durch Kitzeln der Fußsohlen und Nasenhöhle, durch Tröpfeln geschmolzenen Siegellacks auf die Haut, durch Einführen reizender Dämpfe (von Essig, Salmiakgeist, angebrannten Federn) in die Nase u. dergl.

Die Athembewegungen, welche beim Manne vorzugsweise den untern, bei der Frau dagegen vorwiegend den obern Theil des Brustkastens in Bewegung setzen, und zum Theil unserm Willen unterworfen sind, sollten deshalb auch recht ordentlich zur Unterstützung des Athmungs- und Circulationsprocesses benutzt werden, was leider weder bei der Kindererziehung, noch von Seiten der meisten Kranken genügend beachtet wird. — Das Einathmen, durch welches die Brusthöhle erweitert wird, kommt durch das Auf- und Auswärtsziehen der Rippen und das Flachwerden des gewölbten Zwerchfelles zu Stande. Beim gewöhnlichen sanften Einathmen wirkt nur das Zwerchfell, beim etwas kräftigeren und tieferen Athmen wirken auch die Rippenheber und beim gewaltsamen Einathmen noch die Hals-, Nacken- und Arm-Brustmuskeln. Da nun die Brusthöhle hermetisch verschlossen ist und nirgends in derselben ein luftleerer Raum existiren kann, so werden die Athmungsmuskeln die Erweiterung dieser Höhle, des Druckes der atmosphärischen Luft wegen, nur dann möglich machen können, wenn die Lungen, durch sofortige Füllung mit der hinreichenden Menge von Luft, der Erweiterung genau folgen. Bei Lungen, die in Folge von Krankheit weniger Luft aufnehmen können, läßt sich auch der Brustkasten nicht gehörig ausdehnen. Diese Ausdehnung ist nun aber nicht blos des Lufteinziehens wegen von der größten Wichtigkeit, sondern, wie schon erwähnt wurde, auch deshalb, weil dabei das Blut der Blutgefäßstämme in die Brust und das Blut des rechten Herzens in die Lungen eingesogen wird; zugleich geschieht dadurch auch noch ein Zug auf die Lymphe und den Speisesaft, so daß diese Flüssigkeiten aus dem Milchbrustgange besser in das Blut einströmen (d. i. die sogen. Thoraxaspiration). — Das Ausathmen wird beim gewöhnlichen Athmen nicht wie das Einathmen durch Muskeln besorgt, sondern ist eine Folge der Elasticität der Rippenknorpel, der Luftwege und der Darmgase (welche beim Einathmen zusammengepreßt wurden), und kommt durch Erschlaffung (d. h. Nachlassen der Zusammenziehung) der Einathmungsmuskeln zu Stande, wobei die gehobenen Rippen herabsinken, die ausgedehnten Luftwege sich verengern und das Zwerchfell wieder in die Höhe steigt. Beim Ausathmen wirkt der Brustkasten auf das Blut der Gefäße in der Brusthöhle wie eine Druckpumpe und befördert dadurch, da dieses Blut des Klappenapparates wegen nicht aus der Brusthöhle und den Lungen zurückfließen kann, das Vorwärtsströmen desselben. Auf diese Weise gewinnt ebensowohl das Ein- wie das Ausathmen großen Einfluß auf den gesammten Blutumlauf.

Zu den **Luftwegen**, d. s. die Organe, durch welche die atmosphärische Luft hindurch in die Luftbehälter (Lungen) gezogen wird, gehören die Nasen- und Mundhöhle (von denen später die Rede sein wird), der Kehlkopf und die Luftröhre mit ihren Aesten. Diese Wege sind mit einer weichen, an Flimmerzellen und Schleimdrüsen reichen Schleimhaut ausgekleidet und führen schließlich zu zahllosen mikroskopisch kleinen Bläschen (Alveolen) der Lungen, in welchen der eigentliche Athmungsproceß von Statten geht. — Der aus Knorpeln zusammengesetzte Kehlkopf, mit dessen Hülfe die Stimme hervorgebracht wird, befindet sich gleich hinter und unter der Zunge und hängt nach unten

mit der Luftröhre zusammen. Der Eingang in die Höhle des Kehlkopfs (die Stimmritze) ist durch eine Klappe (Kehldeckel) gegen das Eindringen fester Stoffe gesichert. Trotzdem gerathen doch bisweilen, besonders bei gleichzeitigem Athemholen und Verschlucken von festen und flüssigen Substanzen, diese in die falsche Kehle (in den Kehlkopf und die Luftröhre) und erregen dann Husten. — Die Luftröhre (Trachea) ist ein an seiner vorderen Wand aus 17 bis 20 Cförmigen Knorpelringen zusammengesetzter Kanal, dessen hintere platte Wand mit der Speiseröhre verbunden ist. Sie zieht sich vom Kehlkopfe, wo sie von der Schilddrüse umgeben ist, am Halse dicht vor der Speiseröhre

Fig. 61.



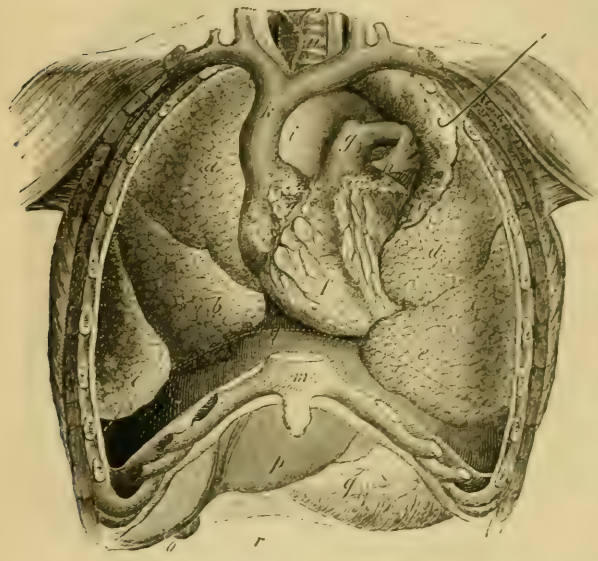

Die Verzweigungen der Luftröhre und der Blutgefäße innerhalb der Lunge. I. Zunge. II. Zungenbein. III. Kehlkopf. IV. Schilddrüse. V. Luftröhre. VI. Rechter und VII. linker Ast der Luftröhre. VIII. Lungenbläschen, schematisch dargestellt. a. Schildknorpel. b. Ringknorpel. c. Erster Luftröhrenring. d. Spaltung der Luftröhre. 1. Speiseröhre. 1. Linker und 1*. rechter Ast der Lungenpulsader. 2. Bogen der Aorta. 3. Brustaorta (absteigendes Stück). 4. Rechte gemeinschaftliche Kopfpulsader. 4*. Ungenannte Pulsader. 5. Linke gemeinschaftliche Kopfpulsader. 6 Linke Schlüsselbeinpulsader 7. Obere Hohlader. 8. Die rechte und 9. die linke gemeinschaftliche Drosselader. 10. Schlüsselbeinblutader. 10*. Schlüsselbeinpulsader. 11. Innere Drosselader. 12. Die beiden rechten und 13. die beiden linken Lungenblutadern.

in die Brusthöhle herab und theilt sich hier, vor dem dritten Brustwirbel, in die beiden Luftröhrenäste (rechter und linker Bronchus), welche denselben Bau wie die Luftröhre haben, nämlich aus sehr elastischen und biegsamen knorpeligen Halbringen bestehen. Der rechte Luftröhrenast ist kürzer und weiter als der linke, besteht aus 6 bis 8 Cförmigen Knorpeln und tritt mit drei Aesten in die drei Lappen der rechten Lunge ein; der linke Luftröhrenast ist länger, aber enger als der rechte, besteht aus 9 bis 12 Knorpeln und gelangt unter dem Bogen der großen Körperpulsader (Aorta) hinweg zur linken Lunge, in deren beide Lappen er mit zwei Zweigen eintritt. Innerhalb der Lungen zertheilen sich dann die Luftröhrenäste baumförmig in immer engere

Röhren (Bronchien), an deren feinsten Aestchen traubenförmig die zahllosen Lungenbläschen aufsitzen (s. Fig. 61). In den Lufttanälen wird die eingeathmete Luft erwärmt und von den gröberen schädlichen Beimengungen, die an den Wänden haften bleiben, gereinigt; die nach außen gerichtete Flimmerbewegung befördert die angesetzten Partikelchen, namentlich eingeathmeten Staub und überflüssigen Schleim beständig nach oben und außen. Vermöge elastischer Längs- und muskulöser Querfasern in den Wänden der Luftwege können sich diese verengern und verkürzen.

Die **Luftbehälter** sind die beiden **Lungen**, von denen die eine in der rechten, die andere in der linken Brusthöhle liegt, so daß sich

Fig. 62.



Die Brusthöhle von vorn geöffnet, mit den Lungen und dem Herzen ohne Herzbeutel. a. Oberer, b. mittlerer und c. unterer Lappen der rechten Lunge. d. Oberer u. e. unterer Lappen der linken Lunge. f. Herz. g. Lungenpulsader h. Lungenblutadern. i. Große Körperpulsader Aorta. k. Obere Hohlader. l. Zwerchfell m. Brustbeinende n. Luftröhre. o. Rechter u. p. linker Leberlappen. q. Magen. r. Querdarm.

zwischen beiden das Herz mit dem Herzbeutel, die Speiseröhre und die Brustaorta befinden. Die Lungen stellen zwei große, dünnwandige, mit Luft erfüllte elastische Säcke dar, welche von unzähligen kleinsten, nur mikroskopisch wahrnehmbaren und von feinsten Haargefäßen dicht umsponnenen Hohlräumen zusammengesetzt werden. Eine jede Lunge hat die Form eines Kegels und besitzt oben eine rundliche Spitze, welche hinter der ersten Rippe liegt, sowie unten einen breiten, ausgehöhlten Grundtheil, welcher auf dem Zwerchfell liegt. Die rechte Lunge ist durch zwei Einschnitte in drei Lappen, die linke durch einen Einschnitt blos in zwei Lappen getrennt. Diese Lappen lassen

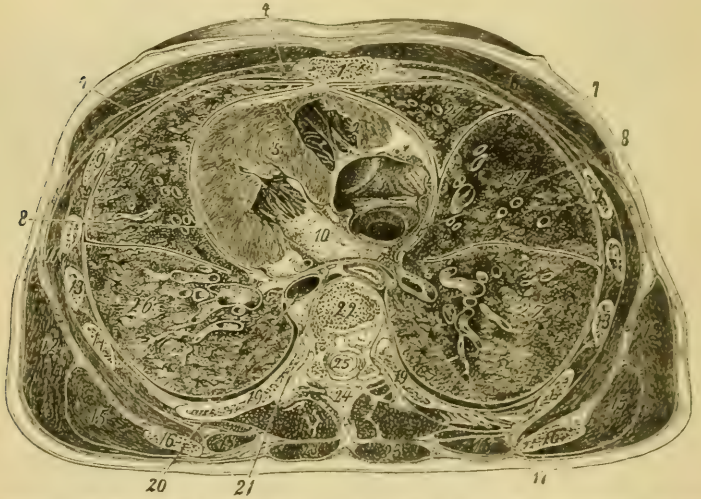
sich wieder in kleine Läppchen trennen, welche sodann aus noch kleineren, traubenförmigen Häufchen von Bläschen oder Alveolen mit zahlreichen Blutgefäßen, Nerven und Lymphgefäßen zusammengefügt und durch ein bindegewebiges Zwischengewebe, in welchem reichlich schwarzer Farbstoff zerstreut herumliegt, mit einander verbunden sind. Der Farbstoff besteht im Wesentlichen aus eingeathmetem Kohlenstaub. — Das Lungengewebe selbst ist weich, locker und schwammig, denn es besteht vorzugsweise aus rundlichen, an der Lungenoberfläche mehr eckigen Bläschen, den Lungenbläschen oder Lungenalveolen, welche die letzten Endigungen der innerhalb der Lunge baumförmig verzweigten Luftröhrenäste bilden. Die Verzweigung dieser Luftröhrenäste, welche anfangs in ihren Wänden noch unregelmäßige Knorpelstückchen enthalten, später aber nur aus Muskel- und elastischen Fasern, zuletzt nur aus Bindegewebe und elastischen Fasern mit einem plattenförmigen Oberhäutchen bestehen — geschieht in der Weise, daß sie bei ihrem Eintritt in die Lunge gabelförmig unter spitzen Winkeln aus einander strahlen, sich dann geradlinig bis gegen die Lungenoberfläche hinerstrecken und zahlreiche Seitenäste abgeben, welche sich rechtwinkelig verzweigen und in die Lungenbläschen (Lungenzellen oder Alveolen) endigen (s. Fig. 61, VIII). Diese Bläschen, Fig. 63, deren es gegen 1800 Millionen giebt, haben einen Durchschnitt von 0,11 bis 0,37 Mm.; ihre Gesammtoberfläche, welche den Gasaustausch zwischen Blut und eingeathmeter Luft vermittelt, wird auf eine ganz erstaunliche Größe, auf ungefähr 2000 Quadratfuß (etwa 196 Quadratmeter) geschätzt. Sie bilden Gruppen, innerhalb welcher die Bläschenhöhlen in inniger und offener Verbindung stehen und einen gemeinsamen Hohlraum umschließen, der sich nach einem Endästchen der Luftröhre hin öffnet, sodaß also alle ein Läppchen darstellenden Bläschen nur einen einfachen Ausführungsgang haben. Jedes solche Lungenbläschen hat eine birnförmige oder trichterartige Gestalt mit vielfach ausgebuchteten Wandungen (den seitlich ansitzenden Alveolen), und wird deshalb auch Lungentrichter genannt. Die Lungenbläschen sind nun von dem Haargefäßnetze der Lungenpulsader (die aus der rechten Herzkammer das dunkle Blut in die Lunge schafft) dicht umsponnen und insofern die wichtigsten Theile der Lunge, als durch deren Wände hindurch der

Fig. 63.

Innenfläche eines Lungenbläschens, 300 mal vergrößert. 1. Grenze zwischen zwei benachbarten Lungenbläschen. 2. Haargefäße. 3. Lungenepithel.

Austausch zwischen der eingeathmeten Luft und dem Blute geschieht, denn die Luft, welche die Bläschen fortwährend ausgedehnt erhält, giebt Sauerstoff an das dunkle Blut der Lungenpulsader-Haargefäße ab, während dieses dagegen Kohlensäure in die Luft der Bläschen schickt. Das durch diesen Austausch hellroth und wärmer gewordene Blut wird sodann aus den Haargefäßen der Lungenalveolen durch die Lungenblutadern in den linken Vorhof des Herzens gebracht. — Außer den mit Schleimhaut ausgekleideten Luftröhrenverästelungen, den Lungenbläschen, sowie den der Verwandelung des Blutes dienenden Lungen-Blutgefäßen des kleinen Kreislaufs, finden sich im Lungengewebe auch noch Blutgefäße (des großen Kreislaufs) zur Ernährung der Lungen, zahl-

Fig. 64.




Querschnitt des Brustskelets (nach Braune). 1. Brustbein. 2. Rechte Herzkammer. 3. Rechte Vorkammer. 4. Innere Brustpulsader. 5. Linke Herzkammer. 6. Großer und 7. kleiner Brustmuskel. 8. Zwerchfellnerv. 9. IV. Rippe. 10. Linke Vorkammer. 11. Großer Sägemuskel. 12. Breiter Rückenmuskel. 13. VI. Rippe. 14. VII. Rippe. 15. Großer runder Armmuskel. 16. Schulterblatt. 17. Speiseröhre. 18. Rautenmuskel. 19. VIII. Rippe. 20. Absteigende Aorta. 21. Linker Vagus. 22. VIII. Brustwirbel. 23. Kappenmuskel. 24. VII. Dornfortsatz. 25. Rückenmark. 26. Rechte und 27. linke Lunge, umgeben von den zwei Blättern des Brustfells, welche die Brustfellhöhle zwischen sich lassen. In gleicher Weise ist das Herz von den zwei Blättern des Herzbeutels umgeben.

reiche Lymphgefäße und Lymphdrüsen (Bronchialdrüsen), sowie Zweige des zehnten Hirnnerven (Vagus s. S. 177) und des Sympathicus. — Das Aeußere einer jeden Lunge ist mit einer dünnen, glatten, glänzenden serösen Haut bekleidet, mit dem Brustfelle (Pleura), welches aber nur das innere Blatt eines überall geschlossenen Sackes bildet, dessen äußeres Blatt an der Brustwand, am Zwerchfell und an dem Herz-

beutel angewachsen ist. In der Höhle dieser beiden Säcke (des rechten und linken Brustfelles), zwischen dem Lungen- und Brustwandblatte befindet sich eine sehr geringe Menge von klarer Flüssigkeit (Lymphe), welche die innere Oberfläche des Sackes glatt und schlüpfrig erhält, so daß bei den Bewegungen der dicht an der Brustwand anliegenden Lunge diese sich nicht reiben und entzünden kann (s. Fig. 64).

Was nun den eigentlichen Vorgang beim Athmen betrifft, so beginnt derselbe sofort nach der Geburt mit dem Einziehen von atmosphärischer Luft durch Mund, Nase, Kehlkopf, Luftröhre und ihre Aeste bis in die Lungenbläschen, welche nun im gesunden Zustande niemals wieder leer von Luft werden. Aus dieser eingezogenen Luft dringt von jetzt an fortwährend (nach chemisch-physikalischen Gesetzen) ein Theil Sauerstoff durch die Bläschen- und Blutgefäßwände in das dunkelrothe Blut der die Bläschen umspinnenden Haargefäßchen, und dafür tritt, auf demselben Wege, eine ähnliche Quantität Kohlensäure aus diesem Blute heraus in die Luft der Bläschen. Es ist demnach die ausgeathmete Luft anders beschaffen als die eingeathmete; die erstere muß nämlich ärmer an Sauerstoff und dagegen reicher an Kohlensäure und Wasser als die letztere sein. — Der in den Lungen vor sich gehende Gasaustausch kommt auf folgende Weise zu Stande: Die Sauerstoffaufnahme in das Blut geschieht auf doppelte Weise; theils durch die chemische Verbindung des Sauerstoffs mit dem Hämoglobin der Blutkörperchen (s. S. 205), theils in geringer Menge nach dem Dalton'schen Gesetze der Gas-Absorption in das Blutplasma. Die Kohlensäureabgabe geschieht theils nach dem Dalton'schen Gesetze, theils durch Austreibung derselben aus salzartigen Verbindungen mit Hülfe der sauerstoffhaltigen Blutkörperchen. — Der Organismus eines Erwachsenen bedarf in 24 Stunden etwa 746 Gramm Sauerstoff und athmet etwa 867 Gramm Kohlensäure aus.

Die neueren Beobachtungen über die Athmung haben folgende Resultate geliefert: 1. die Gase, welche ausgeathmet werden (nämlich Kohlensäure und Wassergas), sind nicht erst in der Lunge gebildet, sondern finden sich schon im Blute vor, aus dem sie in der Lunge an die Luft abgegeben werden. — 2. Die Kohlensäure entsteht durch Verbrennung kohlenstoffhaltiger Körper- und Nahrungsbestandtheile (besonders des Fettes, des Zuckers und der Stärke). Das in der Lunge verdunstende Wassergas stammt zum kleineren Theil von der Verbrennung wasserhaltiger Blut- und Gewebsstoffe, zum größten Theil aus dem durch die Nahrung in die Säftemasse des Körpers gelangten Wasser. — 3. Die Kohlensäure, welche in der Lunge aus dem Blute entfernt wird, findet sich in diesem in drei verschiedenen Weisen gelöst, nämlich: einfach absorbirt, ferner leicht chemisch (an phosphorsaures Natron) gebunden, so daß sie leicht in dem Blute abrauchen kann, sodann aber auch noch durch die Mitwirkung der sauerstoffhaltigen Blutkörperchen austreibbar. — Zwischen dem venösen Blute und der Luft muß nach dem Dalton'schen Gesetze deshalb ein Gasaustausch stattfinden, weil das venöse Blut viel mehr Kohlensäure absorbirt enthält, als es unter dem verschwindend kleinen Kohlensäuredruck der Atmosphäre absorbirt halten kann; es muß also Kohlensäure an die Luft abgegeben werden

und zwar umsomehr, je ärmer die Luft in der Lunge an Kohlensäure ist. Der Kohlensäuregehalt der Lungenluft ist aber je nach der geringeren oder stärkeren Ventilation der Lunge ein verschiedener; flache und häufige Athemzüge ventiliren nur oberflächlich, sie vermindern daher die absolute Menge der austretenden Kohlensäure, während tiefes Athmen die Ventilation befördert und die absolute Menge der Kohlensäureausscheidung vergrößert. Umgekehrt muß unter dem hohen Sauerstoffdruck der Luft das venöse Blut Sauerstoff absorbiren, weil es weniger Sauerstoff, als diesem Druck entspricht, absorbirt enthält. Ein absorbirtes Gas muß aber abgegeben werden, wenn seine Spannung im Blute größer ist als in der Atmosphäre, und umgekehrt werden Gase vom Blut aufgenommen, so lange ihre Spannung im Blute kleiner ist als in der Atmosphäre. — 4. Der in das Blut aufgenommene Sauerstoff wird theils durch die Blutkörperchen, d. h. von dem Farbstoff (Hämoglobin) derselben locker chemisch gebunden, theils vom Blutplasma absorbirt. Der größte Theil Sauerstoff dringt nur in Folge seiner chemischen Verwandtschaft zum Hämoglobin in's Blut, und fast ganz unabhängig vom Drucke der Atmosphäre. Er wird deshalb auch in einer sehr sauerstoffarmen Luft bis auf die Neige aufgezehrt werden können. Das Blut kann umsomehr Sauerstoff chemisch binden, je reicher es an rothen Blutkörperchen ist. — 5. Die Gewebe entziehen dem Blute den Sauerstoff und häufen ihn theilweise in sich an, so daß sie einen innern Sauerstoffvorrath enthalten, den sie bei ihren Oxydationen verwenden. —

Der *Gaswechsel innerhalb der Lungen* wird hinsichtlich seiner Mengenverhältnisse durch verschiedene Vorgänge beeinflußt. Die Schwankungen sind, abgesehen von den veränderten Athembewegungen, hauptsächlich von dem Verbrauche des Sauerstoffs im Körper abhängig. Denn es wird umsomehr Sauerstoff von den Blutkörperchen aufgenommen (chemisch gebunden), je ärmer daran sie durch den Gebrauch geworden sind. Es wird aber umsomehr Kohlensäure abgegeben, je mehr das Blut durch die Verbrennungsprocesse im Körper aufgenommen hat. Es wird demnach eine Zunahme des Gaswechsels eintreten müssen, ebenso wenn der Verbrennungsproceß durch vermehrte Zufuhr von Brennmaterial mit der *Nahrung* erhöht wird, als wenn derselbe durch Arbeit (*Muskelthätigkeit*) gesteigert werden wird. — Unter den Momenten, welche einzelne oder alle Verbrennungsprocesse im Körper steigern, sind also besonders hervorzuheben: Muskelarbeit, niedere Temperatur der Umgebung (weil diese den Wärmebildungsproceß im Körper, zur Erhaltung der normalen Temperatur, erhöhen muß); der Verdauungsproceß (weil dieser mit Steigerung vieler Absonderungen verbunden ist); größere Energie des ganzen Lebensprocesses (wie beim männlichen Geschlechte, bei kräftigen Constitutionen). Am meisten wird die Kohlensäureabgabe erhöht durch diejenigen Processe, welche mit Verbrennung kohlenstoffreicher Stoffe verbunden sind; kohlenstoffreiche Nahrung scheint zum Theil direct verbrannt zu werden. — Das Vermögen der Blutkörperchen, Sauerstoff aufzunehmen, wird durch manche narkotische Stoffe (Morphium, Alcohol) herabgesetzt; auch einzelne Nahrungsmittel (Fette, Zucker) scheinen ähnlich zu wirken. Kohlenoxydgas treibt den Sauerstoff aus und macht die Blutkörperchen dauernd zur Sauerstoffaufnahme unfähig.

Der Sauerstoff ist für das Leben unentbehrlich. Wird der Zutritt des Sauerstoffs zum Blute abgeschnitten oder bedeutend vermindert, so tritt eine Reihe von Erscheinungen ein, die schließlich den Erstickungstod herbeiführt. Eine Anzahl Gase, die sogen. *indifferenten Gase*: Stickstoff, Wasserstoff und Grubengas, sind nur durch Sauerstoffmangel schädlich; mit Sauerstoff gemischt können sie beliebig lange ohne Schaden geathmet werden. Eine große Anzahl anderer Gase, die *irrespirablen* und *giftigen* Gase, bedingen auch bei Gegenwart hinreichender Sauerstoffmengen Störungen des

Gaswechsels und durch diese oder durch anderweitige schädliche Einwirkungen den Tod. Die irrespirablen Gase können nur spurweise, mit anderen Gasen gemengt, eingeathmet werden; für sich geathmet oder in größerer Concentration bewirken sie Stimmritzenkrampf. Hierher gehören: die Chlorwasserstoffsäure, die schweflige Säure, Fluorwasserstoffsäure, Untersalpetersäure, Stickoxydgas, Ammoniak, Chlor, Ozon u. a. Die giftigen Gase können eingeathmet werden, bewirken aber durch ihre Aufnahme in das Blut schädliche oder tödtliche Veränderungen im Organismus. Hierher gehören: Schwefelwasserstoffgas, Phosphorwasserstoffgas, Kohlenoxydgas, Stickoxyd- und Stickoxydulgas, Arsenwasserstoff, sowie die Dämpfe der Blausäure, des Chloroforms und Schwefeläthers u. a. Die Kohlensäure gehört sowohl zu den giftigen wie irrespirablen Gasen. Sie kann in größerer Menge wie die übrigen irrespirablen Gase eingeathmet werden und wirkt dann giftig.

Die Zahl der Athemzüge in der Minute ist nach verschiedenen Umständen sehr schwankend; sie variirt nach Alter, Geschlecht und Körperbeschaffenheit, sowie auch bei derselben Person nach dem verschiedenen Verhalten und zu verschiedenen Zeiten. Schon bei geringen Muskelanstrengungen beschleunigt sich der Athemrhythmus und zwar noch früher als die Frequenz der Herz- und Pulsschläge. Erwachsene athmen im Mittel etwa 18mal (16 bis 24mal) in der Minute und das Herz macht im Durchschnitte während eines Athemzuges 4 Contractionen (Schläge). Wie die Zahl der Herzzusammenziehungen, so sinkt auch die Häufigkeit der Athemzüge von der Geburt bis zum kräftigsten Mannesalter, um von da wieder etwas zuzunehmen. Ein neugeborenes Kind athmet etwa 44mal in der Minute, ein 5jähriges Kind 26mal, ein 15- bis 25jähriger 20mal, ein 30- bis 50jähriger 16- bis 18mal. — In Krankheiten, besonders bei solchen, wo die Verbrennungen im Körper gesteigert sind (besonders bei Fieber, Entzündungen) kann sich die Zahl der Athemzüge ganz bedeutend vermehren; seltener sinkt sie. Bei jeder gesteigerten Körperwärme ist auch die Athemfrequenz, nebst der Herzthätigkeit, gesteigert; Verdauung, Gemüthsbewegungen und Schwächezustände vermehren die Athemzüge. Das weibliche Geschlecht zeigt meist eine größere Athemfrequenz. Die Dauer der Einathmung ist stets kürzer als die des Ausathmens, erstere verhält sich zu letzterer wie 10 zu 14 und darüber. Vor jeder neuen Inspiration findet eine Pause statt, die $^1/_3$ bis $^1/_2$ der Dauer einer Athmung beträgt. — Die Tiefe der Athemzüge schwankt noch weit mehr als die Häufigkeit derselben. Beim gewöhnlichen ruhigen Athmen ist sie sehr gering, kann aber durch Anstrengung der Einathmungsmuskeln beträchtlich gesteigert werden. Man mißt die größtmögliche Erweiterung der Lungen durch Messung des Volumens der ausgeathmeten Luft, mit Hülfe einer Art Gasometers „Spirometer“ (Hutchinson) und bezeichnet die Menge Luft, welche nach der stärksten Einathmung ausgeathmet werden kann, als „Athemgröße“ oder „vitale Capacität“ der Lungen. Diese beträgt bei erwachsenen gesunden Männern im Mittel 3770 Cub.-Cent., bei Frauen etwas weniger.

Während aus einem Blasebalge fast alle Luft herausgepreßt werden kann, bleibt in den Lungen, auch nach der tiefsten Ausathmung, noch ziemlich viel Luft zurück. Die Menge dieser „rückständigen Luft", welche unter keinen Bedingungen ausgeathmet werden kann, beträgt zwischen 1200—1600 Cub.-Cent.; bei einer gewöhnlichen leichteren Ausathmung bleiben etwa 3000 Cub.-Cent. zurück, also ungefähr noch einmal soviel als bei einer heftigen Ausathmung. Der Ueberschuß über die erstere Menge oder mit anderen Worten die Luftmenge, welche nach einer mäßigen Ausathmung noch ausgeathmet werden kann, wird „Reserveluft oder Ergänzungsluft" genannt. Bei einer gewöhnlichen ruhigen Athmung beträgt die ein- und ausgeathmete Luft etwa 500 Cub.-Cent., es wird also wenig mehr als $\frac{1}{3}$ der in den Lungen enthaltenen Luft erneuert.

Eigenthümliche Abänderungen erleidet das Einathmen beim Gähnen, Seufzen, Schluchzen, Keuchen, Schnüffeln, Saugen und Schlürfen, das Ausathmen dagegen beim Husten, Niesen, Räuspern, Hauchen, Schnäuzen, Lachen, Weinen und Schnarchen.

Eigenthümliche Ein- und Ausathmungen, wie Husten, Niesen, Gähnen u. s. w. sind in der Regel Folgen der Ueberstrahlung von Reizungen auf die dem Athmen dienenden Nerven und Muskeln (also Reflexbewegungen); die Quelle der Reizung befindet sich hierbei gewöhnlich im Athmungsapparate, kann jedoch eine sehr mannigfaltige sein. Als Einathmungs-Abänderungen sind anzusehen: Gähnen, bestehend in einem tiefen und langsamen Einathmen bei weitgeöffnetem Munde und weiter Stimmritze, bisweilen mit nachfolgendem kurzen, etwas tönendem Ausathmen. Es kommt häufig bei körperlicher und geistiger Müdigkeit, oft zugleich mit Strecken der oberen Gliedmaßen oder des ganzen Körpers vor. Seufzen, d. i. ein langsames, tiefes, meistens durch den Mund erfolgendes Einathmen, dem ebenfalls langsames, tiefes und tönendes Ausathmen nachfolgt. Schluchzen (der Schlucken) besteht in abgebrochenen kurzen und tiefen, heftigen und schnell auf einander folgenden tönenden Einathmungen, die nur vom Zwerchfelle erzeugt werden und die Folge sowohl körperlicher als psychischer Zustände sind. Keuchen ist ein schnelles und kurzes Einathmen mit schnellem und kurzem Ausathmen. Schnüffeln, d. i. schnell auf einander folgende oberflächliche Einathmungen durch die Nase bei geschlossenem Munde, bezweckt ein möglichst feines Riechen. Beim Saugen und Schlürfen bedienen wir uns der mit der Einathmung verbundenen Ansaugung, indem wir die in der Mundhöhle enthaltene Luft durch Einathmen anziehen, so daß die mit den Lippen unmittelbar oder mittelbar in Berührung stehende Flüssigkeit in die Mundhöhle eindringt. — Ausathmungs-Abänderungen sind: Husten, d. i. kurze tönende, kräftige und stoßweise Exspirationen bei mehr oder weniger verengter Stimmritze (meistens nach einer tieferen und kräftigeren Inspiration; wenn dies nicht vorhergeht, so entsteht das Hüsteln). Niesen besteht darin, daß nach tiefem und langsamem Einathmen (in Folge von Reizung der Nasenschleimhaut) eine kurze und starke Exspiration folgt, welche bei dem schnellen und kräftigen Hindurchtreiben der Luft durch die Nasenhöhle, daselbst einen Theil des angesammelten Schleims unter einem eigenthümlichen Geräusch mit sich fortreißt. Beim Räuspern wird ein Luftstrom schnell und kräftig mittelst einer oder einiger schnell auf einander folgender Exspirationen durch die Stimmritze und den zusammengezogenen Schlundkopf getrieben, wo-

durch eine Art Abspülung dieser erzitternden Theile zu Stande kommt. Hauchen ist ein schnell oder langsam erfolgendes Ausathmen durch die Mundhöhle, welches unter einem eigenthümlichen hohlen und meist leisen Ton erfolgt. Schnäuzen, d. i. ein kräftiges Ausathmen durch die Nase bei Verschließung des Mundes. Das laute Lachen wird durch mehr oder weniger schallende schnell auf einander folgende, kurz abgebrochene, stoßende Ausathmungen gebildet, womit sich eigenthümliche, in der Stimmritze gebildete Töne verbinden. Das Weinen ist häufig ein tönendes, durch Inspiration unterbrochenes, stoßweißes Ausathmen mit nachfolgendem tiefen Einathmen, mit Thränenfluß und charakteristischem Mienenspiel. Schnarchen, d. i. eine Erzitterung des erschlafften Gaumensegels und Zäpfchens beim Ein- und Ausathmen, besonders im Schlafe und bewußtlosen Zustande, wenn der Mund offen steht und die Rachenenge so ziemlich geschlossen ist (manchmal durch angeschwollene Mandeln). — Beim Gurgeln bringt man Flüssigkeiten mit der hinteren Mundportion in Berührung und setzt, nach vorhergegangenem tiefen Einathmen durch die Nase, vermöge schnell auf einander folgender kurzer Ausathmungen durch die verengte Rachenöffnung, die im Hintergrunde der Mundhöhle befindliche Flüssigkeit in Bewegung, wobei ein eigenthümliches (gurgelndes) Geräusch entsteht; das Abfließen der Flüssigkeit in den Kehlkopf und Schlundkopf wird durch den von unten kommenden kräftigen Luftstrom verhindert. — Beim Drängen, welches mit Hülfe der Bauchpresse geschieht und den Austritt der in den Organen des Unterleibs enthaltenen Ansammlungen durch die natürlichen Oeffnungen zum Zwecke hat (wie beim Stuhlgang, Uriniren, Erbrechen, Gebären), folgt nach einer vorhergehenden tiefen Inspiration eine langsame und kräftige Exspiration, oder es wird der Athem ganz angehalten.

Die Bewegung der Luft innerhalb der Athmungsorgane erzeugt eigenthümliche Geräusche (Athmungs- und Rasselgeräusche), welche zwar von geringem physiologischen Interesse sind, für den Arzt aber zur Erkennung der verschiedenen Lungenkrankheiten die größte Wichtigkeit haben. Bei gesunden Lungen hört man am Ende des Einathmens ein sanftes schlürfendes Geräusch (das Vesiculär- oder Zellathmen), während man in den großen Luftwegen (Kehlkopf, Luftröhre) ebenso beim Ein- wie beim Ausathmen ein ziemlich starkes keuchendes Geräusch (das bronchiale Athmungsgeräusch) vernimmt.

---

## Athmung bei den Thieren.

Bei den niedersten **Wirbellosen**, welche keine gesonderten Athmungsorgane besitzen, dient die ganze Körperoberfläche dem Gasaustausch. Einzelne Urthiere (manche Amöben, Geißelschwärmer und besonders Infusorien) besitzen contractile Hohlräume, Blasen, die theils der Wasseraufnahme dienen, theils mit einer aus der Körpermasse stammenden Flüssigkeit erfüllt sind. Sie erinnern an das Wassergefäßsystem der Würmer und stehen in Beziehung zur Athmung. — Die Pflanzenthiere besitzen noch keine Leibeshöhle, wohl aber die ersten Anfänge einer „Magen- (Darm-) Höhle". Ein durch Einstülpung gebildeter, nach außen geöffneter Raum wächst in mannigfaltige Hohlraumbildungen aus und dient als sogen. „Gastrovascularapparat" gleichzeitig der Athmung, Verdauung, der Vertheilung der ernährenden Flüssigkeit (Speisesaft) und steht in enger Beziehung zur Fortpflanzung. Der Gasaustausch (die Respiration) findet statt, während das mit der Nahrung eingeführte Wasser mit der Oberfläche des Gastrovascularapparates in Berührung tritt. — Bei den meisten Würmern, denen Athmungsorgane fehlen, besteht allgemeine „Hautathmung"; bei Räderthieren und Ringelwürmern scheint auch dem Eintritt von Wasser in die Leibeshöhle eine Betheiligung an dem Gasaustausch zuzukommen. Die meisten Ringelwürmer, Sternwürmer und Egel besitzen Kiemen oder Kiemenblätter, welche entweder äußere Anhänge oder, wenn innere Organe, doch nur solche sind, die ursprünglich einer anderen Ver-

richtung dienten. Erst bei den Eichelwurmern und Manteltbieren stehen die Athmungsorgane mit dem Anfang des Darmkanals in Verbindung, wodurch sich Anknüpfungspunkte mit den Wirbelthieren bieten. Bei den Manteltbieren dient fast der ganze vorderste Abschnitt des Darmrohrs als „Athmungssack" der Athmung, während der der Verdauung dienende Theil nur eine schmale Furche vorstellt. — Das „Ambulacral- oder Wassergefäßsystem" der Sternthiere mit seinen zahlreichen Verzweigungen im Innern des Körpers, welches die Innenfläche des Körpers in stete Berührung mit dem Athmungsmedium Wasser bringt, scheint nebst seinen, oft kiemenartig gestalteten Anhängen (Füßchen vorzugsweise der Athmung zu dienen. — Bei den Gliederthieren finden sich als Athmungsorgane Kiemen und Tracheen. Die „Kiemen", welche den Krustenthieren oder Kiemenkerfen zukommen, finden sich meist an den Gliedmaßen. Die Tracheenkerfe Spinnen, Tausendfüßer und Insekten besitzen ein mit Luft erfülltes Röhrensystem „Tracheen", welches bei im Wasser lebenden Insektenlarven geschlossen, auf höheren Stufen durch sogen. „Stichmata" nach außen geöffnet ist. Die Tracheen bestehen aus Bindegewebe und sind nach innen mit einer Chitinschicht ausgekleidet. — Die Athmungsorgane der Mollusken sind immer Fortsetzungen der Körperbedeckung; sie sind manchmal durch den Mantel überdeckt „Kiemen- oder Mantelhöhle", hangen aber nie mit dem Darmkanal zusammen. Bei Landschnecken und vielen Süßwasserschnecken Lungenschnecken bildet sich ein Theil der Mantelhöhle in eine „Lunge" um und Luftathmung tritt ein. Bei der Kugelschnecke findet sich Lungen- und Kiemenathmung.

Die Athmungsorgane der **Wirbelthiere**, Kiemen und Lungen, sondern sich, wie bei den Eichelwürmern und Manteltbieren, stets von der Wand des Darmrohrs. In untergeordneter Weise betheiligt sich auch die Körperbedeckung an der Respiration. — Die der Athmung im Wasser angepaßten „Kiemen" stehen mit den embryonalen Kiemenbogen im Zusammenhang und umgeben den vordersten Abschnitt des Darmkanals, welcher als „Athmungshöhle oder Kiemenhöhle" dient. Das Charakteristische aller Kiemenbildung liegt in einer Oberflächenvermehrung der dem Gasaustausch vorstehenden Haut; dies geschieht auf niederer Stufe (Amphioxus) durch eine Vermehrung der Kiemenspalten, bei höherer Ausbildung durch Bildung von Blattchen und cylindrischen Fortsätzen, welche die Blutgefäße umschließen. — Die Kiemen der Rundmauler sind beutelartig, ohne Kiemenbogen; sie stehen durch innere Gänge mit dem Anfange des Darmkanals in Verbindung und öffnen sich durch äußere Kiemengänge an der Oberfläche. — Bei den Fischen stehen die Kiementaschen in enger Beziehung zum Visceralskelet. Das Spritzloch bei vielen Knorpelfischen (Selachiern) wird als zurückgebildete Kiementasche gedeutet. Meist sind vier Kiementaschen mit Kiemenblättchen besetzt. Eine über Knochenstrahlen gespannte Kiemenhaut und ein aus Knochenstückchen zusammengesetzter Kiemendeckel überdecken in der Regel die Kiemenbogen. Die Lurchfische athmen Wasser durch Kiemen und Luft durch Lungen. — Alle Amphibien athmen als Larven durch Kiemen (die Froschlarven in frühester Zeit durch sogen. äußere frei am Halse herabhängende Kiemen); später bilden sich die Kiemen zurück und Lungenathmung tritt ein; nur die Kiemenlurche, mit Ausnahme des Axolotl behalten zeitlebens wasserathmende Kiemen. — Als „Vorläufer der Lungen", mit denen sie gleiche Abkunft aus der Darmwand hat, wird die „Schwimmblase" betrachtet, welche dem Amphioxus und Rundmäulern fehlt. In den verschiedenen Zuständen der Schwimmblase bei Schmelzfischen können alle wesentlichen Einrichtungen erkannt werden, welche das Organ bei Knochenfischen noch als Schwimmblase, bei den höheren Schadelthieren als Lunge besitzt. — Die „Lungen" münden nicht unmittelbar in den Schlund, sondern besitzen in den sogen. „Luftwegen" ein Luft ein- und ausleitendes Kanalsystem. Sie ragen frei in die Leibeshöhle bei Amphibien, Eidechsen und Schlangen; während sie bei Schildkröten und Vögeln an die hintere Wand des Brustkastens gelagert und mit dem Bauchfell bekleidet sind; die Lungen der Krokodile besitzen einen Brustfellsack. Bei Lurchfischen verwandelt sich die Schwimmblase zuerst in eine Lunge, an welche sich die Lungen der Amphibien (einfache, lange Schläuche anschließen. — Unter den Reptilien zeigen die Lungen der Schlangen, Krokodile und Schildkröten eine Trennung in größere und kleinere Räume, wodurch sie eine größere Blutmenge dem Gasaustausch auszusetzen vermögen. — Bei den Vögeln mit einem „pneumatischen Apparat" entstehen im Embryonalzustande Fortsätze an der Oberfläche der Lunge, die sich in luftführenden Hohlräumen ausbilden und sich als häutige Säcke zwischen die Eingeweide betten oder in die Skeletheile eindringen. Die letzteren werden durch Schwinden des Knochenmarks lufthaltig und dadurch specifisch leichter. Die zwischen die Eingeweide gelagerten Säcke können willkürlich mit Luft gefüllt werden, wodurch eine Gewichtsverminderung entsteht und das Flugvermögen unterstützt wird. Das „Lungengewebe" der Vögel ist schwammig und seine feinsten Räume sind unter einander verbunden. — Die mit einem Brustfell versehenen Lungen der Säugethiere nehmen die seitlichen Hälften der Brusthöhle ein und besitzen eine verschieden große Anzahl von Lungenlappen; ihr Bau ist bis zu den kleinsten Abschnitten lappig.

## V. Verdauungsapparat.

Da das Leben in einem ununterbrochenen Wechsel unserer Materie besteht und dieser Stoffwechsel vom Blute aus besorgt wird, so müssen auch die fortwährend verloren gehenden Stoffe, welche unsern Körper und sonach auch das Blut zusammensetzen, immerfort von Neuem in

die Gewebe unseres Körpers und zwar zunächst in das Blut hinein geschafft werden, um der Neubildung der Organe, sowie dem Thätigsein (der Kraftentwickelung) derselben zu dienen. Dies geschieht mittelst der Nahrung, welche demnach solche Bestandtheile enthalten muß, aus welchen unser Körper zusammengesetzt ist. Es genügt aber nicht die Elemente, welche den menschlichen Körper zusammensetzen, isolirt einzuführen, weil dieselben zur Aufnahme in das Blut untauglich sind. Im Allgemeinen können nur *chemische Verbindungen* (Wasser, Eiweiß, Fette, Kohlenhydrate, Salze ꝛc.) als *Nahrungsstoffe* benutzt werden. Die Nahrungsstoffe zerfallen in *unorganische*, nicht oxydirbare (Wasser und Salze) und in oxydirbare, *organische* (thierische und pflanzliche). Nur wenige Nahrungsstoffe werden einzeln genossen, meistens werden mehrere mit einander zu *Nahrungsmitteln* gemischt, welche zu *Speisen* zubereitet werden. In sehr wenig Nahrungsmitteln (wie im Blute, in der Milch und im Eie) finden sich alle oder viele der den menschlichen Körper bildenden Stoffe, in den meisten trifft man nur einige derselben an. Danach nennt man die Nahrungsmittel mehr oder weniger *nahrhaft*; jemehr also ein Nahrungsmittel von jenen Stoffen (natürlich in einer Form, welche zur Aufnahme in das Blut tauglich ist) enthält, desto nahrhafter ist es. Der Werth eines Nahrungsmittels hängt ferner ab von der Menge der in ihm aufgehäuften Spannkraft, d. h. von der Menge lebendiger Kraft (Arbeitsleistung), welche bei seiner Verbrennung frei wird (s. S. 92). Je weniger Sauerstoff ein Nahrungsmittel noch zu binden vermag (je höher es oxydirt ist), desto werthloser ist es für die Leistungen (Kraftentwickelung) des Körpers. — Nur wenige Nahrungsstoffe (Wasser, Salze, Alcohol ꝛc.) werden ohne weitere Umwandelung, durch directe Aufsaugung der Blut- und Lymphgefäße, zu Blutbestandtheilen. *Aufgabe des Verdauungsprocesses* ist es nun, die Nahrungsmittel, welche nicht direct zu Blutbestandtheilen werden können, durch gewisse theils mechanische, theils chemische Vorbereitungen so zuzubereiten, daß ihre brauchbaren (nahrhaften) Bestandtheile zum Uebergange in den Blutstrom geschickt werden. Der Verdauungsproceß verwendet seine Kräfte vorzugsweise zur Bearbeitung der eiweißartigen Substanzen (Eiweiß-, Faser-, Käsestoff und Leim), der Fette und des Stärkemehls. Je leichter und schneller ein Nahrungsmittel in das Blut gebracht (verdaut) werden kann, desto *verdaulicher* ist es. — Keine wesentlichen chemischen Veränderungen erleiden: das Wasser, die unorganischen (Salze) und die meisten löslichen organischen Bestandtheile der eingeführten Nahrung. Unverändert bleiben ferner gewisse, der Einwirkung der Verdauung unzugängliche, unlösliche Substanzen, namentlich Cellulose und Horngewebe; ebenso von löslichen Nahrungsstoffen solche, welche nicht vollständig aufgelöst wurden. Die verschluckte Luft giebt im Verdauungskanal ihren Sauerstoff ab und empfängt dafür

Kohlensäure (sogen. Darmathmung), so daß im Ende dieses Kanals hauptsächlich Stickstoff und Kohlensäure vorhanden ist.

Der Verdauung (Digestion), — welche in die Vorverdauung, Magen-, Dünndarm- und Dickdarm- (oder Nach-) Verdauung zerfällt, — stehen eine Anzahl von Organen (Verdauungsorganen) vor, die man zusammengenommen als Verdauungsapparat bezeichnet. Derselbe bildet einen vom Mund bis zum After reichenden zusammenhängenden Kanal oder Schlauch (Verdauungskanal oder Verdauungsrohr), dessen Länge beim Erwachsenen durchschnittlich zehn Meter, also das Fünf- bis Sechsfache seiner Körperlänge beträgt. Zu den Digestionsorganen gehören: die Mund- und Rachenhöhle mit ihren Gebilden (Kiefer mit den Zähnen und Kaumuskeln, Zunge, Gaumen, Mandeln, Speicheldrüsen), der Schlundkopf und die Speiseröhre, der Magen und der Darmkanal (mit dem Dünn- und dem Dickdarm), die Leber (mit der Gallenblase) und die Bauchspeicheldrüse. Die ersteren dieser Organe haben ihre Lage oberhalb des Zwerchfells am Kopfe (Mundhöhle und Rachen), am Halse (Schlundkopf und Speiseröhre) und in der Brusthöhle (die Speiseröhre); die letzteren (nämlich Magen, Darm, Leber und Bauchspeicheldrüse) befinden sich unterhalb des Zwerchfells in der Bauch- und Beckenhöhle. Der ganze Verdauungsapparat ist in seinem Innern mit einer gefäßreichen Schleimhaut ausgekleidet und enthält in seiner Wand Muskeln, die zum größten Theile ohne unsern Willen thätig sind (mit glatten Muskelfasern) und den Inhalt des Verdauungskanales Schritt für Schritt forttreiben. Die Verdauungsschleimhaut ist mit einem Oberhäutchen überkleidet, welches in den verschiedenen Gegenden des Verdauungsapparates aus verschieden gestalteten Zellen zusammengesetzt ist. Auch birgt diese sehr gefäß- und nervenreiche Schleimhaut verschiedenartig gestaltete Drüschen, sowie auf ihrer Oberfläche hier und da faden- oder zottenförmige Auswüchse, die Darmzotten mit den Anfängen von Lymphgefäßen in reicher Anzahl hervorstehen.

a) Mit der **Vorverdauung** beginnt der Verdauungsproceß und dieser besteht zuvörderst in der Aufnahme von Speisen und Getränken in die Mundhöhle. Die aufgenommenen flüssigen Stoffe werden sogleich, vermischt mit dem Schleime und Speichel der Mundhöhle, verschluckt und gelangen so durch die Speiseröhre in den Magen. Die festeren Nahrungsmittel unterliegen dagegen vor dem Verschlucken einer mechanischen Zerkleinerung, dem Zerkauen. — Während des Kauens, welches mit Hülfe von kräftigen Muskeln, den Kaumuskeln, zwischen den Kiefern durch die Zähne geschieht, fließt aus drei Paaren, an der Seite und am Boden der Mundhöhle liegender Drüsen, den Speicheldrüsen, eine wässerige alkalische Flüssigkeit zu den Speisen, welche Speichel heißt und nicht blos die gekauten Stoffe befeuchtet, einweicht und zum Theil aufweicht und so schmeckbar macht, sondern auch mit diesen und mit atmosphä-

Fig. 65.

Der Schlundkopf, die Speise- und Luftröhre, von hinten gesehen. a. Hinterhauptsbein. b. Großes Hinterhauptsloch. c. Kopfpulsader. d. Hinterer Ausgang (Choanen der Nasenhöhle. e. Nasenscheidewand. f. Zäpfchen (am weichen Gaumen). g. Zunge durch die Rachenenge sichtbar). h. Mandel. i. Kehldeckel (in die Höhe gerichtet) über dem Eingange in den k. Kehlkopf. l. Schlundkopfswand. m. Speiseröhre. n. Luftröhre (hintere Wand). o. Theilung der Luftröhre in den p. linken und q. rechten Luftröhrenast. r. Große Körperpulsader (Bruststück) s. Herz. t. Unpaarige Blutader. u. Untere Hohlader. v. Lunge.

Fig. 65. Fig. 66.

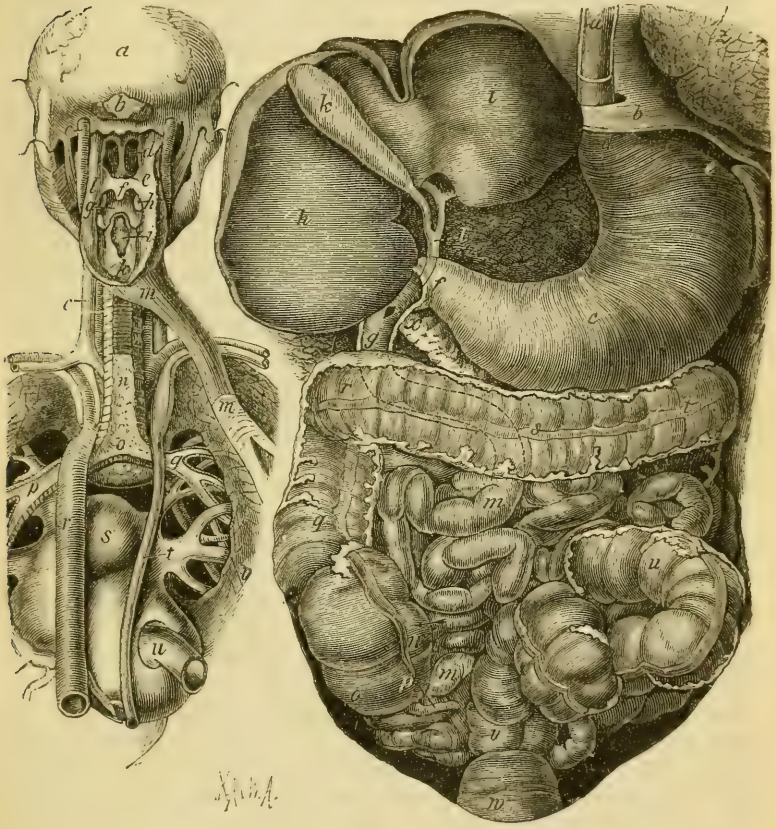


Fig. 66.

Der Verdauungsapparat. Die Leber ist in die Höhe geschlagen, so daß man ihre untere Fläche sieht. a. Speiseröhre. b. Zwerchfell. c. Magen. d. Magenmund. e. Blindsack des Magens. f. Pförtner. g. Zwölffingerdarm (mit Oeffnung zum Einfluß der Galle und des Bauchspeichels). h. Rechter und i. linker Leberlappen. k. Gallenblase. l Gallengang. m. Dünndarm. n. Uebergang des Dünndarms in den Dickdarm. o. Blindarm. p. Wurmfortsatz. q. Aufsteigender Grimmdarm. r. Rechte Grimmdarmkrümmung. s. Quergrimmdarm. t. Linke Grimmdarmkrümmung. u. Absteigender Grimmdarm mit Förmiger Krümmung. v. Mastdarm. w. Harnblase. x. Bauchspeicheldrüse. y. Milz. z. Linke Lunge.

rischer Luft verschluckt wird und das Stärkemehl der pflanzlichen Nahrungsmittel in Dextrin und Trauben- oder Stärkezucker verwandelt. Diese Verwandelung beginnt schon im Munde und wird im Magen fortgesetzt. — Nach dem Einspeicheln wird das Zerkaute Bissen genannt mit Hülfe der Zunge, indem sich diese an das Dach der Mundhöhle (den harten Gaumen) andrückt und dabei zugleich das Genossene schmeckt, hinterwärts geschoben und gelangt so unter dem Gaumenvorhange oder Gaumensegel (dem weichen Gaumen mit dem Zäpfchen und den Gaumenbögen) hinweg und zwischen den beiden Mandeln hindurch in den Schlundkopf oder Rachen. Hat der Bissen den hintersten Theil der Zunge, die Zungenwurzel, passirt, so rutscht er am Gaumensegel (welches sich dabei in schräger Stellung an die hintere Rachenwand anlegt und so die hintere Nasenöffnung abschließt) sowie über eine Klappe hinab in den Schlundkopf und von da in die Speiseröhre. Diese Klappe (der Kehldeckel) deckt beim Hinabschlucken des Bissens, was durch den Schleim an der Wand der Speisewege erleichtert wird, die Oeffnung des Kehlkopfes zu, und so kann kein Stückchen des Genossenen in die sogen. falsche Kehle (d. i. in den Kehlkopf und die an diesem anhängende Luftröhre) kommen. Ist der durch Schleim schlüpfrig gemachte Bissen auf diesem Wege in die Speiseröhre gelangt, so wird er theils durch seine Schwere, hauptsächlich aber durch die wurmförmigen (peristaltischen) Zusammenziehungen dieser fleischigen und stets geschlossenen Röhre, welche sich vom Halse aus hinter der Luftröhre, dem Herzen und den Lungen hinweg durch die Brusthöhle und durch eine Oeffnung des Zwerchfells hindurch in die Bauchhöhle herab erstreckt, ganz allmählich hinunter in den Magen befördert, und damit ist die Vorverdauung, welche aus der Aufnahme, dem Zerkauen, dem Einspeicheln und Verschlucken der Nahrungsmittel besteht, vollendet. Es folgt jetzt die

b) **Magenverdauung** oder Speisebreibildung (Chymification) und diese geht innerhalb des Magens vor sich. — Der Magen ist ein dudelsackförmiger, häutiger Sack, welcher hinter der Herz- (oder richtiger Magen-) Grube, mehr im linken Theile der Oberbauchgegend, seine Lage hat und zwei Oeffnungen besitzt, von denen die eine mit der Speiseröhre zusammenhängt und Magenmund (Cardia) heißt, während die andere aus dem Magen hinaus in den Darmkanal führt und Pförtner (Pylorus) genannt wird. Das Innere des Magens ist mit einer sammetähnlichen, sehr drüsenreichen Schleimhaut ausgekleidet, welche theils Schleim (aus Schleimdrüsen) zum Glatt- und Schlüpfrigmachen der Magenwand, theils mit Hülfe besonderer Drüschen (d. i. die schlauchförmigen Lab- oder Magensaftdrüsen) einen eigenthümlichen sauren Saft, den Magensaft, der zum Auflösen und Verwandeln der eiweißartigen Nahrungsstoffe dient, während der Verdauung absondert. Um die Schleimhaut außen herum liegt eine

Muskelhaut, welche die Speisen, nachdem sich diese eine Zeit lang im Magen aufgehalten haben und in einen Brei (Speisebrei oder Chymus) aufgelöst worden sind, allmählich (durch die sogen. wurmförmigen Bewegungen) aus dem Magen durch den Pförtner hinaus in den Darm treibt. Während des Verweilens der Speisen im Magen, welches nach der Löslichkeit der Speisen längere oder kürzere Zeit, etwa 2, 4 bis 6 Stunden, dauert, wird ein Theil des Flüssigen (Wasser, aufgelöste Salze, Zucker u. s. w.) von den Blutgefäßen der Magenwand aufgesogen und in das Blut (zunächst der Pfortader und der Leber) geschafft. Der übrige feste Theil des Genossenen wird dagegen zu Speisebrei umgewandelt, und hierbei löst der saure Magensaft nur die eiweißartigen Substanzen auf, während der verschluckte Mundspeichel die Umwandelung der Stärke in Dextrin und Zucker fortsetzt (wenn nicht zu große Säuremengen es verhindern). Die fetten Stoffe erleiden im Magen keine Umwandelung; sie werden nur flüssiger. Die Luft im Magen rührt entweder von der Zersetzung der Speisen her oder wurde mit dem Speichel verschluckt; es ist gewöhnlich atmosphärische Luft, Kohlensäure und Wasserstoffgas. Ist der Speisebrei fertig und das Flüssige desselben zum Theil von den Blut- und Lymphgefäßen der Magenwand aufgesogen, so wird der Rest in den Darm geschafft und es beginnt die

c) **Dünndarmverdauung**, welche im obersten, an den Pförtner des Magens grenzenden Theile des Darmkanals, im sogenannten Dünndarme, ihren Sitz hat. — Der enge oder Dünndarm, dessen innere Oberfläche ebenfalls mit sammetähnlicher Schleimhaut ausgekleidet ist und Schleim, sowie einen eigenthümlichen Darmsaft absondert, zerfällt in drei Portionen, von denen die oberste der Zwölffingerdarm heißt und deshalb von großer Wichtigkeit ist, weil sich in diesen Darm zwei Flüssigkeiten ergießen, welche mit dem Darmsafte gemeinschaftlich die weitere Verdauung des Speisebreies besorgen. Die eine dieser Flüssigkeiten ist die Galle, welche durch den Gallengang aus der Leber und Gallenblase in den Darm gelangt. Die andere Flüssigkeit heißt Bauchspeichel und stammt aus der Bauchspeicheldrüse, welche hinter dem Magen, zwischen der Milz und dem Zwölffingerdarme ihre Lage hat. Die zweite Portion des Dünndarmes, der Leerdarm, und die dritte, der Krummdarm, ziehen sich in der Mitte des Bauches und Beckens unter dem Namen der Gekrösdärme in schlangenförmigen Windungen herauf und herunter und endlich senkt sich der letztere Darm in der rechten Unterbauchgegend in den Dickdarm ein. Innerhalb des Dünndarmes gehen nun folgende Veränderungen mit dem, durch die wurmförmigen Bewegungen des Darmes langsam fortbewegten und jetzt allmählich alkalisch werdenden Speisebreie, und zwar mit Hülfe der Galle, des Darmsaftes und Bauchspeichels, vor sich. Der Rest der eiweißartigen Nahrungsmittel,

welche vom Magensafte nicht aufgelöst wurden, wird noch durch den Darmsaft und Bauchspeichel flüssig gemacht; die im Speisebrei noch vorhandene Stärke verwandelt sich durch die Einwirkung des Bauchspeichels in Zucker; die fetten Substanzen dagegen werden durch den Bauchspeichel, die Galle und den Darmsaft in so feine Partikelchen zertheilt, daß jetzt das flüssige Fett wie eine Mandelmilch (Emulsion) aussieht und zur Aufnahme in die feinen Saugadern der Darmzotten geschickt wird. In der zweiten Hälfte des Dünndarmes, wo der Darminhalt alkalisch ist, wird ein Theil der Fette durch den Bauchspeichel in Fettsäuren und Glycerin zerlegt; die Fettsäuren verbinden sich mit den freien Alkalien zu Seifen, welche die Emulsirung der übrigen Fette befördern. Auf diese Weise ist abermals, wie im Magen, ein großer Theil des Speisebreies, und zwar der gute, lösliche, flüssig gemacht worden und kann nun als Speisesaft oder Chylus (s. S. 212) von den Lymphgefäßen der Dünndarmwand aufgesogen und durch die Gekrösdrüsen hindurch in den Milchbrustgang (s. S. 211) und in das Blut geschafft werden, um dasselbe zur Ernährung des Körpers tauglich zu machen. Die Aufsaugung des Speisesaftes kann im Dünndarme recht lebhaft vor sich gehen, da die Schleimhaut desselben mit unzähligen feinen Zotten besetzt ist. Die Darmzotten, welche der Dünndarmschleimhaut ein sammetartiges Aussehen verleihen, sind als reichlich mit Blut- und Lymphgefäßen und organischen Muskelfasern versehene Schleimhautfortsätze anzusehen; ihre Gesammtzahl hat man auf mindestens 4 Millionen geschätzt. Die aufsaugende Oberfläche der Dünndarmschleimhaut besitzt durch die Darmzotten eine Ausdehnung von etwa 2,5 □Meter, also beinahe das doppelte der äußeren Leibesoberfläche. Im Centrum jeder Zotte finden sich die Anfänge von größeren Lymph- (Chylus- oder Milchsaft-) Gefäßen. — Je weiter der Speisebrei im Dünndarm herunterrückt, um so mehr wird natürlich der flüssige Speisesaft von den Saugadern herausgesogen und so gelangt endlich größtentheils Festes und Untaugliches in den Dickdarm. Daß die Nahrungsstoffe bei ihrem langsamen Durchrücken durch den Dünndarm nicht in Fäulniß übergehen, verhindert die Galle, welche auch noch zur Verdünnung des Speisebreies und zur Tilgung der Säure in demselben beiträgt. Ist der Rest des Speisebreies aus dem Dünndarme in den Dickdarm übergegangen, so nimmt nun die

d) **Dickdarm-** oder **Nachverdauung** ihren Anfang, bei welcher der Rest des Speisebreies allmählich die Beschaffenheit des Kothes erhält. — Der weite oder Dickdarm beginnt unten in der rechten Seite des Bauches mit dem Blinddarm, an welchem sich ein regenwurmähnliches Anhängsel, der Wurmfortsatz, befindet, steigt dann in der rechten Seite des Bauches als aufsteigender Grimmdarm bis zur Leber in die Höhe, läuft von hier als Quergrimmdarm

dicht unterhalb des Magens quer und links zur Milz herüber und wendet sich nun in der linken Seite des Bauches als absteigender Grimmdarm nach abwärts, um mit einer Sförmigen Krümmung in den Mastdarm auszulaufen, dessen Ausgang der After ist. — Der Rest des Speisebreies, welcher den Dickdarm passirt hat und endlich durch den Stuhlgang entfernt wird, besteht fast nur aus unlöslichen und nicht nahrhaften Bestandtheilen der genossenen Nahrungsmittel, nicht selten aber auch noch aus nicht aufgelösten unverdauten löslichen Nahrungsmitteln (wie bei Vielessern), sowie aus Darmschleim und zersetzter Galle. Je mehr also Jemand unlösliche Stoffe mit der Nahrung genießt, um so mehr Reste derselben muß er wieder ausleeren, während beim Genusse leicht löslicher und zum größten Theil auffaugungsfähiger Stoffe der Stuhlgang nur sehr sparsam sein kann. Der eigenthümliche Geruch des Kothes rührt theils von der Zersetzung der (bei der Fettzersetzung gebildeten) Fettsäuren, theils von einem Körper (Indol) her, welcher durch den Saft der Bauchspeicheldrüse aus Eiweiß- (Pepton-) Lösungen gebildet wird. Die Gase des Darmes stammen theils aus der verschluckten Luft, theils werden sie durch Gährungsprocesse geliefert. Im Dickdarm, welcher auch Darmsaft absondert, spielen die Verdauungsprocesse nur eine untergeordnete Rolle; seine Hauptfunction besteht in Wasseraufsaugung, Eindickung des Darminhaltes und Verwandelung desselben in Koth.

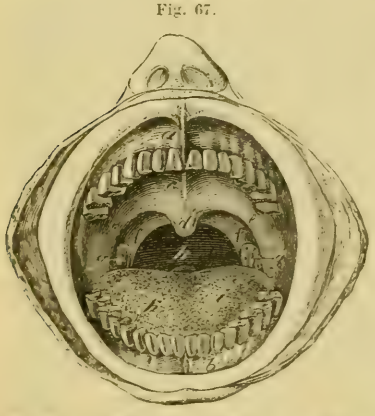
**Darmathmung und Darmgase.** Auch im Darmkanale werden Gase zwischen Blut und Luft gewechselt, jedoch nur in sehr geringer Menge. Wie in der Lunge wird Sauerstoff aus der verschluckten Luft verzehrt und dafür Luft mit Kohlensäure, Wasserdampf und Wärme wieder abgegeben. — Die wichtigsten Darmgase sind Kohlensäure, Stickstoff und Wasserstoff. Die hauptsächlichste Quelle der Kohlensäure im Darme ist die Gährung (Milchsäure- und Buttersäuregährung) des Darminhaltes, die vorzugsweise durch den Darmschleim eingeleitet wird. Das vorhandene Wasserstoffgas ist ebenfalls ein Product der Gährung, namentlich vegetabilischer Stoffe, während das Schwefelwasserstoffgas, welches sich nur spurweise findet, ein Zersetzungsproduct der Eiweißkörper darstellt. — Die Gasentwickelung im Dünndarme ist am bedeutendsten nach dem Genusse vegetabilischer, stärke- und zuckerhaltiger Nahrung, besonders nach Hülsenfrüchten. — Im Magen kann sich Wasserstoffgas bilden, wenn der Magensaft nicht mehr sauer ist und dann Buttersäuregährung eintritt. Das Gasaufstoßen bei Verdauungsschwäche ist dadurch begründet. — Auch Kohlenwasserstoffgase (Grubengas) und Ammoniak scheinen sich im Darme durch Zersetzung von Nahrungsstoffen bilden zu können; das erstere besonders bei Cellulose-Verdauung. — Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die im Verdauungsapparate gebildeten Gase in die Gewebsflüssigkeiten übergehen und in die Luft der Lungen gelangen; vielleicht bedingt ihre Resorption die unangenehmen nervösen Symptome (Kopfschmerzen, Schwindel, Mattigkeit u. dergl.), mit welcher so häufig die chronischen Magen- und Darmkrankheiten verknüpft sind. — Das Knurren im Bauche rührt von den Bewegungen der Darmgase her.

Bei der Verdauung unserer Nahrungsmittel werden demnach die eiweißartigen Substanzen durch den Magen- und Darmsaft, sowie durch den Bauchspeichel, die fetten Materien durch den Bauchspeichel,

die Galle und den Darmsaft, die stärkehaltigen Stoffe durch den Mund und Bauchspeichel, sowie auch durch den Darmsaft aufgelöst und unverändert, verdaut und dadurch zur Aufsaugung geschickt gemacht. Alle übrigen löslichen Bestandtheile der Speisen werden nur schlechtweg aufgelöst und aufgesogen, ohne vorher eine weitere Veränderung zu erleiden; die unlöslichen Reste der Nahrungsstoffe und von den löslichen Nahrungsstoffen diejenigen, welche wegen zu großer Masse nicht vollständig gelöst werden konnten, bilden zuletzt den Koth. Die Verdauung der drei hauptsächlichsten festen Ernährungsmaterien besteht aber darin, daß die festen eiweißartigen Substanzen in eine Art flüssigen Eiweißes (Pepton), die Stärke in Zuckerlösung, die Fette in eine Art Mandelmilch verwandelt oder zerlegt und in Seifen umgewandelt und dann mit den übrigen aufgelösten Stoffen (Zucker, Salze von den Saugadern als Speisesaft aufgesogen werden. Ein guter, das Blut und durch dieses den Körper gehörig ernährender Speisesaft, dessen Bereitung eben Aufgabe der Verdauung ist, kann demnach nur aus solchen Nahrungsmitteln gebildet werden, welche diejenigen Stoffe, aus denen unser Körper zusammengesetzt ist, in solcher Form enthalten, daß sie zum Aufbau desselben verwendet werden können. — Die Gesetze, nach denen die Aufsaugung im Darme erfolgt, sind noch nicht vollkommen aufgeklärt; natürlich spielen hierbei die Endosmose, sowie die Filtration eine wichtige Rolle.

Die **Mundhöhle** (s. Fig. 67), welche wie jede nach außen hin offenstehende Höhle des menschlichen Körpers mit Schleimhaut ausgekleidet ist, bildet den Eingang ebensowohl in den Athmungs- wie in den Verdauungsapparat und schließt auch das Geschmacksorgan, die Zunge, in sich ein. Die Mundhöhlenschleimhaut ist eine directe Fortsetzung der äußeren Haut, von welcher sie sich an der Uebergangsstelle, an den Lippen, nur durch ihre größere Zartheit, zahlreiche Talgdrüsen und rothe, von ihrem Gefäßreichthum herrührende Farbe unterscheidet. Sie besitzt ein Pflasterepithelium und ist sehr reich an Wärzchen (Papillen, Drüsen (ziemlichgroßen Schleimdrüsen, Lymphgefäßen und sogen. Balgdrüsen, die als Follikel oder Lymphdrüsen (s. S. 216) erkannt worden sind. — Die äußere, in die Mundhöhle führende und von den beiden Lippen begrenzte Oeffnung heißt der Mund; jede Lippe ist in ihrer Mittellinie durch ein kleines Fältchen (das Lippenbändchen) mit dem Zahnfleisch verbunden. Der Raum zwischen den Backen und Kiefern, also außerhalb der Zähne, wird Backenhöhle genannt. Diese letztere, in welche Speichel von der Ohrspeichel-

Fig. 67.



Die Mundhöhle. a. Oberkiefer. b. Unterkiefer. c. Gaumen. d. Zäpfchen. e. Vorderer und f. hinterer Gaumenbogen. g. Mandel. h. Rachenenge (dahinter das Stück der Schlundkopfshöhle, welches Rachen genannt wird). i. Kehldeckel. k. Zunge.

drüse (äußeren Speicheldrüse) einfließt, kann durch die Backen und Lippenmuskeln, indem sich diese an die Zähne andrücken, von ihrem etwaigen Inhalt entleert und vollständig geschlossen werden. Die vom Zahnfleische bekleideten Kiefer (der Ober- und Unterkiefer) mit ihren Zähnen trennen die Backen von der eigentlichen Mundhöhle, deren Dach (welches zugleich auch den Boden der Nasenhöhle bildet) der Gaumen genannt wird und auf deren Boden die Zunge befestigt ist, unter deren Spitze sich in der Mittellinie eine Schleimhautfalte, das Zungenbändchen, befindet. Neben diesem Bändchen zeigen sich zwei Oeffnungen, welche der rechten und linken speichelabsondernden Unterkiefer- und Unterzungendrüse (innere Speicheldrüsen) angehören. Der vordere Theil des Mundhöhlendaches ist der knöcherne Gaumen; der hintere heißt der weiche Gaumen oder der Gaumenvorhang, das Gaumensegel. Am letztern zeigen sich beiderseits seitlich die beiden Gaumenbögen (ein vorderer oder Zungengaumenbogen und ein hinterer oder Schlundgaumenbogen), welche je eine aus 10 bis 20 Balgdrüsen oder Follikeln bestehende Mandel zwischen sich nehmen, während in der Mitte des Vorhanges ein länglicher stumpfzugespitzter Vorsprung, das Zäpfchen, herabhängt. Die Oeffnung unterhalb des Zäpfchens, zwischen diesem und der Zungenwurzel und zwischen den Gaumenbögen mit der Mandel beider Seiten, hat den Namen der Rachenenge und ist vorzugsweise für die Tonbildung beim Singen von großer Wichtigkeit. Der weiche Gaumen regelt die Bewegung der Luft und der Speisen durch den Schlundkopf und ist außerdem bei der Bildung einiger Sprachlaute betheiligt. — An der Mundhöhle kommen gar nicht selten zwei angeborne Mißbildungen vor, von denen die eine in der Spaltung der Oberlippe (d. i. die Hasenscharte), die andere in der Spaltung des Gaumens (d. i. der Wolfsrachen) besteht. Beide Fehler sind als ein Stehenbleiben auf niedrigen (embryonalen) Bildungsstufen zu betrachten und lassen sich nur durch chirurgische Hülfe heben.

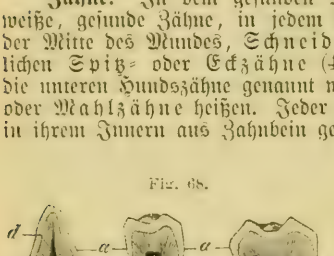
**Speichel** und **Speicheldrüsen.** Im gewöhnlichen Leben pflegt man unter Speichel die wasserreiche Flüssigkeit zu verstehen, welche in der Mundhöhle sich vorfindet (Mundsaft) und als Lösungsmittel für ungelöste, aber lösliche Nahrungsmittel (Salz, Zucker) dient. Es ist dieselbe aber eine Mischung von zwei wesentlich verschiedenen Säften, nämlich von Schleim, welcher von den zahlreichen Schleimdrüsen der Mundhöhlenschleimhaut geliefert wird (sogen. Schleimkörperchen, d. s. kleine, runde, kernhaltige, den farblosen Blutkörperchen ähnliche Zellen enthält), den Bissen schlüpfrig und dadurch zum Verschlucken geeignet macht, und vom eigentlichen Speichel, dem Absonderungsproducte der obengenannten Speicheldrüsen. Der letztere ist eine sehr wasserreiche, farblose und alkalische Flüssigkeit, deren Bestandtheile außer Wasser und Salzen sind: 1. Ptyalin, ein zuckerbildendes oder diastatisches Ferment, welches Stärke, namentlich schnell die gequollene (Kleister), in Dextrin und Traubenzucker umwandelt, am schnellsten bei der Körpertemperatur; 2. Mucin, Schleimstoff, dessen zähe Quellung im Wasser Schleim genannt wird; 3. Schwefelcyanverbindungen. Außerdem enthält der Speichel den Schleimkörperchen ähnliche, körnchenhaltige Zellen, „Speichelzellen oder Speichelkörperchen".

Die Speicheldrüsen, zu denen die Ohr-, Unterkiefer- und Unterzungenspeicheldrüsen gehören, sind traubige Drüsen, deren eigentliche Absonderungswerkstätte bläschenförmige Ausbuchtungen (Alveolen) sind, welche sich an den zahlreichen Endästchen des baumförmig verzweigten Ausführungsganges befinden. Die innere Auskleidung der Alveolenwand besteht aus cylinderförmigen Drüsenoberhautzellen, welche „Speichelzellen" genannt werden und zahllose Körnchen enthalten; sie enthalten Eiweißstoff und keinen Schleim, während eine zweite Zellenart „Schleimzellen", Schleim und keinen Eiweißstoff producirt. — Innerhalb der Drüsen verbreiten sich zweierlei Nerven, nämlich

Gefäßnerven (vom Sympathicus) zur Verengerung und Erweiterung der Blutgefäße, und Absonderungsnerven (vom fünften Nervenpaar), welche mit den Drüsenzellen in Verbindung stehen und die Bildung des Speichels aus dem vorhandenen Material einleiten, so daß demnach die Speichelbildung eine Wirkung der Erregung dieser Drüsennerven ist, und Reflexe auf diese Nerven (Vorstellungen von Geschmackseindrücken) die Speichelabsonderung hervorrufen und vermehren können (d. i. was im gewöhnlichen Leben als: „Wasser im Munde zusammenlaufen" bezeichnet wird). Auch Kaubewegungen und Reizung der Schleimhaut rufen reflectorisch Speichelabsonderung hervor. — Die in 24 Stunden abgesonderte Speichelmenge soll zwischen $^1/_2$—2 Kgrm. betragen. Die flüssigen Bestandtheile des Speichels werden vermuthlich mit Ausnahme des Mucin größtentheils im Verdauungskanale wieder aufgesaugt.

**Zähne.** In dem gesunden Munde eines Erwachsenen stehen 32 Stück weiße, gesunde Zähne, in jedem Kiefer 16, von denen die 8 vordersten, in der Mitte des Mundes, Schneidezähne, die diesen seitlich zunächst befindlichen Spitz- oder Eckzähne (4 Stück, von denen die oberen Augen- und die unteren Hundszähne genannt werden) und die hinteren (20 Stück) Back- oder Mahlzähne heißen. Jeder Zahn (Fig. 68) hat eine Krone und diese, in ihrem Innern aus Zahnbein gebildet, sieht man frei im Munde, von einer äußerst harten, email- oder glasähnlichen Masse (Zahnschmelz, Email, welche aus mikroskopisch feinen, etwas geschlängelten, soliden Fasern besteht) überzogen hervorstehen. Das Email der Zahnkrone ist mit einem sehr dünnen Schmelzoberhäutchen bekleidet, welches durch seine große Widerstandsfähigkeit gegen chemische Mittel sich auszeichnet. Vom Zahnfleische umgeben befindet sich außerhalb der Krone der Hals und in einem Fache (sogen. Zahnfach oder Alveole) des Kiefers steckt die Wurzel des Zahnes fest eingekeilt wie der Nagel in der Wand; Hals und Wurzel sind zum größten Theile von der sehr festen faserigen von feinsten Kanälchen durchsetzten Knochensubstanz, Zahnbein oder Zahnsubstanz (Dentin, Elfenbein) genannt, gebildet, welche äußerlich aber noch von wahrer Knochenmasse (Cement, Zahnkitt, mit Knochen-Körperchen und Kanälchen) überkleidet ist. Die Schneidezähne haben meißelartig zugeschärfte, die Eckzähne konisch zugespitzte Kronen, beide eine einfache lange Wurzel, wogegen die Backzähne eine breite, zackige Krone und 2, 3 oder sogar 4 Wurzeln besitzen. Am spitzen Ende jeder Wurzel öffnet sich ein Kanälchen, welches in eine Höhle im Innern des Zahnes (Zahnhöhle, Mark- oder Pulpahöhle) führt und durch welches Blutgefäße und Nerven zum Zahnkeim (Zahnpulpa, Zahnpapille), einem sehr gefäß- und nervenreichen warzenartigen Gebilde, treten. Von diesem Keime aus wird durch feine Kanälchen das Zahnbein ernährt; die Nerven laufen aber von allen Zähnen her im Gehirn zusammen und können deshalb durch Mitempfindung Veranlassung zu den verschiedenartigsten Schmerzen geben. — Bei der ersten Bildung eines Zahnes (im 3. Monat des Embryonalzustandes) im Kieferknochen (Kieferwall) entwickelt sich zunächst die Zahnanlage oder Zahnpapille, welche vom Zahnsäckchen umgeben wird; erstere besteht aus dem Schmelzorgan (zur Bildung des Dentins); das Zahnsäckchen, welches die Knochenhaut vertritt, lagert das Cement ab. An jedem Säckchen entsteht noch ein Nebensäckchen,

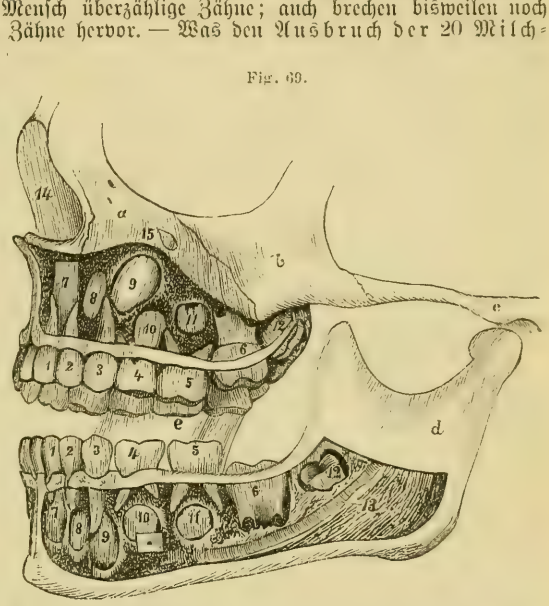
Fig. 68.




Schneide-, Back- und Mahlzahn im Durchschnitte. a. Krone, b. Hals, c. Wurzel, d. Zahnschmelz, e. Zahnbein, f. Cement, g. Zahnhöhle, h. Zahnkanälchen.

aus welchem sich später die bleibenden Zähne entwickeln. — Die 32 Zähne der Erwachsenen, auch bleibende genannt, sind bekanntlich nicht dieselben, mit denen wir in unserer Jugend vom 2. bis 7. Lebensjahre kauten, denn diese, welche auch Milch- oder Wechselzähne heißen und nur 20 an der Zahl sind (weil noch 12 Backzähne, nämlich die drei hintersten auf jeder Seite, oben und unten fehlen), fallen alle vom 7. Jahre an allmählich aus und werden von den bleibenden Zähnen ersetzt. Nur manchmal bleiben einige der Milchzähne stehen, trotzdem daß die bleibenden alle zum Vorschein kommen, und so hat mancher Mensch überzählige Zähne; auch brechen bisweilen noch im hohen Alter neue Zähne hervor. — Was den Ausbruch der 20 Milchzähne oder die sogen. erste Dentition betrifft, so dauert dieser, wenn, wie es manchmal vorkommt, das Kind nicht schon mit einzelnen Zähnen geboren wird, vom 7. Lebensmonate bis zum Ende des 2. Jahres, und es erscheint zuerst das mittlere Paar der unteren Schneidezähne und bald (etwa 4 Wochen) darauf das obere Paar derselben; nach ungefähr 40 Tagen kommen die seitlichen unteren und bald nachher die seitlichen oberen Schneidezähne zum Vorscheine. Am Ende des 1. Lebensjahres bricht nun der vorderste Backzahn, zuerst im Unterkiefer, bald nachher im Oberkiefer hervor. In der Mitte des 2. Jahres zeigt sich der untere und gleich darauf der obere Spitz- oder Eckzahn, und mit dem Hervortreten des 2. Backzahns (erst des untern, dann des obern) zu Ende des 2. oder zu Anfang des 3. Lebensjahres ist der Zahnausbruch beendigt. Das Ausfallen des Milchgebisses und das Ausbrechen der bleibenden Zähne, d. i. der Zahnwechsel oder die zweite Dentition, tritt im 7. oder 8. Jahre ein und ist bis zum 14. Jahre insoweit vollendet, als nur noch der hinterste (5.) Backzahn oder Weisheitszahn fehlt, welcher bisweilen erst in den zwanziger Jahren zum Vorschein kommt (Fig. 69). Beim Zahnwechsel wird durch das Wachsen des bleibenden Zahnes zunächst die ihn vom Milchzahn abschließende Zahnzellenwand durchbrochen und aufgesogen, sodann aber die Wurzel des gedrängten Milchzahnes bis auf die Krone resorbirt, und

Fig. 69.




Kiefer eines sechsjährigen Kindes (die äußeren Kieferwände sind entfernt und so die Wurzeln der bereits durchgebrochenen, wie die Anlagen der noch eingeschlossenen Zähne freigelegt). a. Oberkiefer. b. Jochbein. c. Schläfenbein. d. Linker, e. rechter Ast des Unterkiefers. 1., 2. Die beiden Milchschneidezähne. 3. Milcheckzahn. 4., 5. Milchbackzähne. 6. Erster Mahlzahn. 7., 8. Anlage der bleibenden Schneidezähne. 9. Bleibender Eckzahn. 10., 11. Bleibende Backzähne. 12. Zweiter Mahlzahn. 13. Unterkieferkanal. 14. Vordere Nasenöffnung. 15. Unterer Augenhöhlenkanal.

letztere bis zum Herausfallen aus der Zahnzelle herausgeschoben. — Der Ausbruch der 32 bleibenden Zähne geschieht meist in folgender Ordnung und zu zweien: nachdem im 7. Jahre der dritte Backzahn hervorgetreten ist, erscheinen die beiden inneren unteren Schneidezähne kurz nach einander, und mehrere Monate später die inneren oberen Schneidezähne. Im 8. Jahre kommen die äußeren Schneidezähne, gewöhnlich zuerst unten, zum Vorscheine; im 9. Jahre brechen der 1. und 2. Backzahn und im 12. oder 13. Jahre die Spitzzähne hervor; der 4. Backzahn findet sich im 14. Jahre, der Weisheitszahn (gewöhnlich der oberste zuerst) im 20. bis 30. Jahre ein, mitunter gar nicht. Bisweilen, und dann nur bei den vorderen Backzähnen, kommt ein dritter Zahnwechsel vor. Nach dem Ausbruche wächst der Zahn nur von seiner Wurzel aus, die Krone bleibt unverändert. Das die Krone überziehende Email, welches ohne alle Ernährung ist und sich niemals wieder ersetzt, wenn es (durch Beißen auf feste Körper oder schnellen Temperaturwechsel) abgesprengt wurde, bietet wegen seiner Härte den besten Schutz für das Innere des Zahnes und verhindert auch wegen seiner Glätte das Hängenbleiben von Speiseresten. Wir müssen deshalb dahin streben, diesen Schmelz nicht zu verlieren. Die übrigen Zahnsubstanzen werden wie die Knochen ernährt und können sich deshalb entzünden, knochenfraßig werden und nach einem Bruche wieder heilen. Jedoch ist die gewöhnliche Ursache der Verderbniß der Zähne, des Schwarz- und Hohlwerdens derselben, der Zahnschmerzen und auch des üblen Mundgeruches, die Gährung und Fäulniß von Speiseresten, sowie die Bildung von Schimmel und Infusionsthierchen in diesen fauligen Stoffen, worüber später ausführlich mehr.

**Kau- und Schlingbewegungen.** Zur Zermalmung fester Speisen gehört eine Verschiebung der Gelenkköpfe des Unterkiefers in ihren Gelenkgruben, welche den Unterkiefer gegen den Oberkiefer nach vorn, nach hinten und nach den Seiten verrückt. Es geschieht dies mit Hülfe der kräftigen Kaumuskeln, deren Nerven vom fünften Hirnnervenpaare abstammen. — Bei dem Schlingen verengen sich nach und nach folgende Theile des Vorverdauungsapparates: 1. Die Mundspalte, mit Hülfe ihres Ringmuskels; 2. die Zahnspalte, mittels der Kaumuskeln; 3. der Raum zwischen Zunge und hartem Gaumen, wobei sich die Zunge allmählich von vorn nach hinten an den Gaumen andrückt und den Bissen oder Schluck vor sich herschiebt; 4. der Raum zwischen Zungenwurzel und Gaumensegel oder die Rachenenge, wobei der Bissen an den Mandeln vorbei durch die Gaumenbögen in den Schlundkopf gepreßt wird; 5. der Rachen oder mittlere Theil des Schlundkopfes, wobei die hinteren Nasenöffnungen durch das an die hintere Rachenwand sich anlegende Gaumensegel und die Kehlkopfsöffnung durch Niederdrücken des Kehldeckels geschlossen werden. Das Centrum für die coordinirten Kau- und Schlingbewegungen ist im verlängerten Marke gelegen. Die unwillkürlichen oder reflectorischen Schlingbewegungen treten nur dann erst ein, wenn ein Körper hinter den weichen Gaumen gebracht wird. Aus diesem Grunde kann man nur dann „leer" schlucken, wenn man etwas Speichel hinter den weichen Gaumen bringt.

**Schlundkopf und Schlund.** Hinter der Nasen- und Mundhöhle, sowie hinter dem Kehlkopf ist der Schlundkopf, ein fleischiger Sack, so aufgehangen, daß man durch ihn ebensowohl aus einer der genannten Höhlen in die andere als auch durch beide in den Kehlkopf und die Luftröhre gelangen kann, weshalb sich auch recht gut Tabaksrauch durch die Nase herausblasen läßt und Blut aus den Lungen ebenso durch den Mund wie durch die Nase hervorzuströmen im Stande ist. An jeder Seitenwand des Schlundkopfes befindet sich, etwas über dem weichen Gaumen, eine Oeffnung, die zur Ohrtrompete und Paukenhöhle führt, so daß bei Krankheiten des Schlundkopfes und der Nasenhöhle recht leicht auch das Gehörorgan mit erkranken kann. Die mittlere Portion des Schlundkopfes, in welche man von der Mundhöhle aus blicken

kann, hat den Namen Rachen, und die Oeffnung vor demselben, hinten in der Mundhöhle unter dem Zäpfchen und zwischen den Mandeln, welche aus der Mundhöhle in den Rachen führt, wird Rachenenge benannt. — Das untere Ende des Schlundkopfes setzt sich in eine fleischige Röhre fort und diese ist der Schlund oder die Speiseröhre (Oesophagus). Dieselbe besteht aus Längs- und Ringfasern, die im obern Theile quergestreifte, im untern glatte sind. Sie ist gewöhnlich fest geschlossen (deshalb fällt beim Stehen auf dem Kopfe nichts aus dem Magen heraus und kann man auch in dieser Stellung essen und trinken) und zieht sich hinter der Luftröhre und dem Herzen durch die Brust in den Bauch herab, wo sie am Magenmunde endigt. Verengerungen der Speiseröhre (durch Narben nach Verbrennung oder Anätzung durch Scheidewasser, Vitriolöl u. dergl.) erzeugen mehr oder minder große Hindernisse im Hinabschlucken, besonders fester Speisen und erfordern dringend chirurgische Hülfe. Sehr erleichtert wird das Hinabschlucken des Bissens durch den Schleim, welchen die reich mit Drüschen und einem Pflasterepithel besetzte Schleimhaut des Schlundkopfes und der Speiseröhre liefert. Je feuchter und weicher der Bissen, desto schneller gelangt er in den Magen; harte und trockene Bissen bleiben oft stecken. Schlundkopf und Speiseröhre haben auf die Verdauung der Nahrungsmittel keinen Einfluß.

Der **Magen**, dessen Muskelhaut aus drei Schichten glatter (unwillkürlicher) Fasern besteht, hängt im leeren (nüchternen) Zustande in der Bauchhöhle herab, dreht und wendet sich, je mehr er gefüllt wird, um so mehr nach vorn herum, so daß sein großer, früher unterer Rand (große Curvatur) zum vordern wird, und daher kommt es, daß nach einer starken Mahlzeit der Bauch in der Magengegend aufschwillt und hier die Kleider zu enge werden. Die Bewegungen, welche nach Aufnahme der Speisen im Magen vor sich gehen, sind noch nicht genauer bekannt; nur das steht fest, daß die in Speisebrei verwandelten Speisen, nach längerer oder kürzerer Zeit, aus dem Magen durch den Pförtner (dessen geschlossener klappenartiger Ringmuskel hierbei erweitert wird) hinaus in den Zwölffingerdarm befördert werden und daß dies durch sogen. peristaltische (wurmförmige) Bewegungen vor sich geht. Diese Bewegungen bestehen in partiellen regelmäßigen, in bestimmter Richtung fortschreitenden Zusammenziehungen der Muskelwand, welche sich vom Blindsack gegen den Pförtner hinziehen. Ob und durch welche bestimmte Bewegungen die Speisemassen durch einander geknetet werden, damit abwechselnd jeder Theil des Speisebreies mit der Magenwand in Berührung kommt und so eine innige Vermischung desselben mit dem Magensaft, sowie Auffaugung seiner aufgelösten Bestandtheile erzielt wird, ist noch unentschieden. Wahrscheinlich ist die Magenwandung gewöhnlich dicht um den Inhalt zusammengezogen und Magenmund, sowie Pförtner sind geschlossen. Verschluckte oder im Mageninhalt entwickelte Gase entweichen zum großen Theil durch den Magenmund noch oben. Während des Schlafes sollen die Magenbewegungen fehlen. Es sind die peristaltischen Bewegungen reflectorische und die dabei betheiligten Nerven scheinen theils ihr Centralorgan in den Ganglien zu haben, die in der Magenwand liegen, theils vom Vagus abzustammen. — Das Erbrechen (d. h. die Entleerung des Mageninhaltes nach oben) scheint ohne Zusammenziehung des Magens (also ohne anti-peristaltische Bewegung) zu Stande zu kommen und nur in Folge krampfhafter Zusammenziehungen des Zwerchfells und der Bauchmuskeln, welche den Magen zwischen sich in die Presse nehmen und zusammendrücken, zu entstehen; doch ist hierzu eine gewisse active Betheiligung des Magens, namentlich die Eröffnung des Magenmundes, erforderlich.

Im Magen verweilen die Speisen eine längere Zeit und werden daselbst mit den Absonderungen der Magendrüsen gemischt und in einen Brei, Speisebrei oder Chymus umgewandelt; die wichtigste Veränderung erleiden die Eiweißkörper. Die Absonderungsflüssigkeiten im Magen werden von

der Schleimhaut geliefert, welche (zumal im linken weitern Theile des Magens oder im Blindsacke desselben) bei leerem und zusammengezogenem Zustande desselben stark gerunzelt ist. Sie entstammen besonderen Drüsen und sind der Magensaft und der Magenschleim, letzterer ist alkalisch und wird von zahlreichen, einfachen schlauchartigen Schleimdrüsen, die vorzugsweise in der Nähe des Pförtners ihren Sitz haben, bereitet, während der Magensaft oder Labsaft sauer ist und eine dünne, klare und farblose Flüssigkeit darstellt. Er ist das Product der sogen. Labdrüsen oder Magensaftdrüsen, aus welchen hauptsächlich die (mit Cylinderepithel besetzte) Schleimhaut des Magens besteht und die besonders im Blindsacke des Magens angehäuft sind. Der Magen oder Labsaft verhindert Fäulniß und Gährung; die Bestandtheile desselben sind außer Wasser und Salzen: 1. freie Salzsäure (gegen 0,02 Procent), welche vom Körper wahrscheinlich aus dem Kochsalz gebildet wird; 2. Labferment, ein Milch coagulirender Körper; 3. Pepsin oder Magenferment, ein Eiweißkörper umwandelndes Ferment (s. S. 69), welches in saurer Lösung die Eigenschaft besitzt, feste Eiweißkörper und leimgebende Gewebe bei der Körpertemperatur (unter Aufquellung) zu lösen und in leicht diffundirbare Modificationen, sogen. Peptone, zu verwandeln. — Die Labdrüsen sind einfache cylindrische Schläuche, welche senkrecht und dicht gedrängt neben einander in der Schleimhaut stehen, eine trichterförmig erweiterte Mündung besitzen und mit blinden, meist kolbigen, bisweilen getheilten Erweiterungen endigen. Sie sind äußerlich von Haargefäßnetzen umsponnen und enthalten zweierlei rundliche Zellen, von denen die kleineren als Hauptzellen, die kernhaltigen größeren als Labzellen bezeichnet werden. — Unter den Magensaftdrüsen und im Unterschleimhautgewebe finden sich Lymphgefäße, sowie eine kleine Anzahl Follikel. — Die Absonderung des Magensaftes erfolgt nur in Folge reizender Einwirkungen, wahrscheinlich immer auf sogen. reflectorischem Wege. Sie stockt, wenn der Magen leer ist, tritt aber alsbald ein, wenn er mit reizenden Stoffen (Nahrung) erfüllt wird, wahrscheinlich auch bei Reizung der Mundschleimhaut. Fehlen diese Reize, so erscheint die Magenschleimhaut blaß und nur mit Schleim überzogen. Sowie eine Reizung eintritt, röthet sich die Schleimhaut sehr lebhaft (durch vermehrten Blutzufluß in den Haargefäßchen) und der dünne saure Magensaft tritt tropfenweise hervor. Die Reizung kann ebenso eine mechanische (Knochenstückchen, feste Nahrungsmittel), wie chemische (Alcohol, Gewürze, Alkalien selbst in sehr verdünnter Lösung), und thermische (kaltes Wasser) sein. Der abgesonderte Magensaft wird wahrscheinlich im Darme großentheils wieder aufgesogen und Pepsin findet sich deshalb in manchen Körperflüssigkeiten (Muskelsaft, Harn). Die Centralorgane der Absonderungsnerven scheinen in der Magenwand selbst zu liegen.

Fig. 70.

Fig. 71.

Fig. 70. Zusammengesetzte Magensaftdrüse. 1. gemeinschaftlicher Ausmündungsgang. 2. Schläuche mit Labzellen.

Fig. 71. Einfache schlauchförmige Drüse der Magenschleimhaut.

Die Speisebreibildung oder Chymification geht in folgender Weise vor sich: sämmtliche Arten der schwer löslichen Eiweißkörper, sowohl diejenigen, welche im flüssigen, als die, welche im geronnenen Zustande in den Magen eingeführt, oder in ihm in den festen geronnenen Zustand (wie Käsestoff in der Milch, ungeronnenes Hühnereiweiß ꝛc.) übergeführt wurden, quellen

auf und werden nach und nach in leicht lösliche und leicht durch die Blutgefäßwände durchdringende (leicht diffundirbare Körper), in sogen. „Peptone" umgewandelt, welche durch Hitze, Alcohol ꝛc. nicht mehr zur Gerinnung gebracht werden. Am deutlichsten und schnellsten zeigt sich die Wirkung des Magensaftes auf Eiweißkörper an einem Stückchen geronnenen Blutfaserstoffs, welcher zunächst etwas aufquillt, durchscheinend wird und in einzelne Partikelchen zerfällt, welche allmählich weiter zerfallen und sich in eine trübe Flüssigkeit auflösen. Der Magensaft wirkt ferner auch verändernd auf den Leim (leimgebendes Gewebe, Gallerte) und verhindert Gährungs- und Fäulnißprocesse. Daß sich der Magen nicht selbst verdaut (d. h. daß der Magensaft seine auflösende Wirkung nicht auch auf die aus Eiweißkörpern gebildete Magenwand ausübt), wird von Einigen damit erklärt, daß das Oberhäutchen die Auffaugung des Pepsins verhindere, nach Anderen besteht das Schutzmittel in der fortwährenden Zufuhr alkalischer Säfte durch das Blut, durch welche eine beständige Neutralisation der zur Verdauung nöthigen Säure erfolgt. Uebrigens ist die Zerstörung der oberflächlichen Labzellen in den Drüsen als ein Selbstverdauungsact zu betrachten und von ihm die Gegenwart geringer Peptonmengen im Magensafte abzuleiten. Die Erweichung der Magenwand in der Leiche nach Zerstörung des Oberhäutchens und beim Vorhandensein von Magensaft und Wärme ist wahrscheinlich Folge der Selbstverdauung. — Die Wirkungsfähigkeit des Magensaftes wird durch die Einflüsse aufgehoben, welche überhaupt den Fermenten ihre Wirksamkeit nehmen, wie: Kochen, concentrirte Säuren, viele Metallsalze, starker Alcohol. Concentrirte Salzlösungen verzögern die Auflösung der Eiweißkörper, indem sie deren Quellung verhindern. Auch die Galle verhindert die Auflösung, theils durch Neutralisation der Säure, theils dadurch, daß sie die Eiweißkörper zum Schrumpfen bringt und das Pepsin und die Peptone fällt. — Durch ein besonderes käsestofffällendes Ferment, das sogen. Labferment, wird die Milch im Magen zunächst zur Gerinnung gebracht; die geronnene Milch wird dann verdaut. Die Umwandelung des Stärkemehls und Dextrin in Traubenzucker, welche schon auf dem Wege zum Magen, mit Hülfe des Mundspeichels, begonnen hatte, wird im Magen durch den verschluckten Speichel und den bei Zuckergenuß eintretenden Proceß der Milchsäuregährung fortgesetzt, sobald der Magensaft nicht zu stark sauer ist. Rohrzucker wird im Magen, wahrscheinlich durch den Magenschleim, zum Theil in Traubenzucker verwandelt und dieser giebt zu Milch-, mitunter auch zu Buttersäurebildung (wahrscheinlich bei Mangel an saurem Magensaft) Veranlassung. — Ungelöste aber lösliche Stoffe werden im Magen noch gelöst, namentlich Salze. Die freie Säure löst auch diejenigen Salze (kohlensaure und phosphorsaure Erden), welche im Wasser unlöslich sind. — Die Fette werden durch die Temperatur im Magen (+ 30—32° R. oder 38—40° C.) flüssiger gemacht und so für ihre weitere Verwandelung im Darm vorbereitet.

Eine gewisse Menge von Gas gehört zu den regelmäßigen Bestandtheilen des Mageninhaltes; sie ist für gewöhnlich gering, kann aber sehr bedeutend werden. Die Hauptquelle dieses Gases ist die mit dem Speichel verschluckte atmosphärische Luft, deren Zusammensetzung aber in Folge von Diffusion mit dem Blute und von Umsetzung der Nahrungsmittel insofern verändert ist, als sich der Sauerstoff ganz bedeutend verringert und die Kohlensäure vermehrt hat; außerdem findet sich Stickstoff und etwas Wasserstoff. Verschluckte Gase (z. B. mit kohlensäurehaltigen Getränken) oder im Mageninhalt entwickelte, treten durch den Magenmund nach der Speiseröhre aus (d. i. Aufstoßen), wobei manchmal geringe Mengen saurer Flüssigkeit mitgerissen werden.

Je schwieriger und langsamer nun das Eindringen des Magensaftes in die verschluckten Speisen vor sich geht, um so länger dauert die Speisebreibildung, um so länger verweilt das Genossene im Magen, um so schwer verdaulicher ist es. So wird z. B. der Magensaft schwerer in dasselbe eindringen

können, wenn die Speisen aus größeren und harten, ungekauten Stücken bestehen, wenn sie mit viel Fett umgeben oder von Hülsen und holzigen Stoffen (Pflanzenzellstoff) eingehüllt sind u. s. w. Die mittlere Dauer der Magenverdauung beträgt etwa 2 bis $5\frac{1}{2}$ Stunden; doch kann sie schon in einer Stunde beendet sein und sich über 6 Stunden hinausziehen. Nach einer reichlicheren Mahlzeit ist die Entleerung des Magens in der Regel in vier bis fünf Stunden vollendet. Bei mäßiger Füllung kann der Magen 3 bis 6 Kilogramm Wasser fassen; bei krankhafter Verengerung des Pförtners dehnt er sich aber bisweilen so aus, daß 15 bis 20 Kilogr. darin Platz haben.

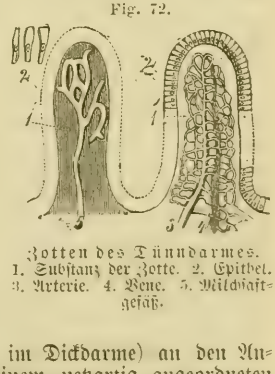
Der **Dünndarm** (s. Fig. 66 auf S. 259), das Hauptverdauungsorgan, besteht aus dem Zwölffinger-, Leer- und Krummdarme und zeichnet sich durch seine Schleimhaut mit vielen Falten, Drüsen, Follikeln und Zotten vor dem übrigen Darme aus, ist etwa 3- bis 5mal länger als der ganze Körper (12 bis 20 Fuß oder 4 bis 6 Meter lang) und scheint in seiner Länge von der Verdaulichkeit der zu verarbeitenden Nahrungsmittel abhängig zu sein, denn fleischfressende Thiere haben einen weit kürzern Dünndarm als Pflanzenfresser. In seinem Baue gleicht der Dünndarm dem Magen und Dickdarm insofern, als der innere Ueberzug desselben aus Schleimhaut besteht, um welche sich mittels Bindegewebes eine Muskelhaut anheftet, welche aus Längs- und Ringfasern besteht, von denen erstere eine äußere, letztere eine innere Schicht bilden. Durch diese Muskelhaut werden äußerst lebhafte wurmförmige Bewegungen hervorgebracht, welche den Darminhalt nach dem Dickdarm hinbewegen. Die Bewegung desselben in entgegengesetzter Richtung ist durch klappenartige, abwärts gestellte Schleimhautfalten gehindert, der Rücktritt aus dem Dickdarme in den Dünndarm aber durch eine klappenförmige Falte (Bauhinische Klappe) am Ende des Dünndarmes. Der äußere Ueberzug des Darmes ist ein seröser und wird vom Bauchfell gebildet. — Der Zwölffingerdarm, in welchen sich die Galle und der Bauchspeichel ergießt, hat eine Länge von nur 16 bis 26 Centimeter und ist fest an die hintere Bauchwand angeheftet, während der sehr lange Leer- und Krummdarm, welcher am Dünndarmgekröse (einer großen Falte des Bauchfells, mit vielen Lymph-Gekrösdrüsen) angeheftet ist und deshalb auch Gekrösdarm heißt, sehr beweglich ist und aus diesem Grunde oft in Bruchschäden gefunden wird. Auf die Verdauung hat der Aufenthalt des Speisebreies im Dünndarme insofern großen Einfluß, als hier auf denselben nicht nur die Einwirkung der Galle, des Bauchspeichels und des von der Darmschleimhaut abgesonderten Darmsaftes stattfindet, sondern auch die Auffaugung des Speisesaftes vorzugsweise vor sich geht. Die Umwandelungen des sauren, aus dem Magen kommenden Speisebreies, welcher aus gelösten, verdauten, unverdauten und unverdaulichen Stoffen besteht, finden im Dünndarme in folgender Weise statt: zunächst verliert sich immer mehr die Säure des Chymus durch Einwirkung der alkalischen Verdauungssäfte: Galle, Bauchspeichel und Darmsaft, sodann werden die noch unveränderte Stärke in Zucker, die ungelösten Eiweißkörper und leimgebenden Gewebe in lösliche Peptone umgewandelt und die bis dahin noch ganz unveränderten Fette für die Auffaugung vorbereitet. Die Zuckerbildung aus der Stärke kommt durch den Bauchspeichel zu Stande; die Lösung der Eiweißkörper besorgen (da die Wirkung des in den Darm gelangten Magensaftes durch die Galle aufgehoben wird) der Bauchspeichel und der Darmsaft; die Fette werden durch den Bauchspeichel, wahrscheinlich auch durch Galle und Darmsaft, in eine sehr feine Emulsion (mandelmilchähnliche Flüssigkeit) umgewandelt, in welcher Form sie für die Auffaugung geeignet sind. Ein Theil der Fette wird durch den Bauchspeichel in lösliche, leicht aufzusaugende Fettsäuren, welche sich später (in der zweiten Hälfte des Dünndarmes) mit den freien Alkalien zu Seifen verbinden, und in Glycerin zerlegt. Die Seifen besitzen das den Fetten abgehende Vermögen, sich mit Wasser zu mischen,

können also in den Darm aufgenommen werden und ermöglichen, indem sie die Schleimhaut des Darmes und deren Poren durchtränken, den unzerlegten Fetten den Durchtritt durch dieselben; auch die Galle ermöglicht die Resorption der Fette. Der größte Theil der Fette wird jedoch unzerlegt als Emulsion resorbirt. Die Eiweißkörper werden (ohne vorheriges Aufquellen) zu Peptonen gelöst, die sich später weiter spalten, wobei sich Leucin, Tyrosin und außer anderen noch ein unangenehm riechender Körper, Indol, bildet, welcher mit den Producten der Fettsäurezersetzung dem Darminhalt, am Ende des Dünndarmes, den charakteristischen Kothgeruch verleiht. Außerdem wird Rohrzucker (durch ein besonderes Ferment des Darmsaftes) in Traubenzucker, dieser und Milchzucker in Milchsäure verwandelt; die meisten Salze mit organischen Säuren (wie Pflanzen- und Obstsäuren) werden in kohlensaure Salze umgewandelt; die Fettsäuren zersetzen sich in übelriechende flüchtige Producte. Die Gase, welche bei diesen Processen sich bilden, sind hauptsächlich Kohlensäure und Wasserstoff, zuweilen auch Kohlenwasserstoffe, neben dem mit der Luft verschluckten Stickstoff.

Die Aufsaugung im Dünndarme geschieht theils durch die Haargefäße, theils durch die Lymphgefäße; welche Substanzen direct in's Blut, und welche durch das Lymphsystem aufgesogen werden, ist noch nicht fest bestimmt. Wahrscheinlich werden nach dem Gesetze der Endosmose die dem Blute unähnlichen Substanzen durch die Haargefäße und was diese nicht aufnehmen durch die Lymphgefäße aufgesogen (vorzugsweise Eiweißlösungen und Fette). Hierbei bewirken die Filtration und Diffusion, die Endosmose und wahrscheinlich auch die Haarröhrchenanziehung eine directe Aufnahme der Substanzen durch die Gefäßwände; daneben spielen rhythmische Zusammenziehungen der mit längsverlaufenden glatten Muskeln versehenen Darmzotten eine wichtige Rolle. — Folgende Stoffe werden im Darm aufgesogen: Wasser (aus der Nahrung und den Verdauungssäften); lösliche Salze (entweder als solche genossen oder während der Verdauung entstanden); Zuckerarten aller Art; lösliche Stoffe der Nahrung und der Verdauungssäfte (Pepsin ꝛc.), Seifen (aus genossenem Fette); Peptonlösungen (aus den genossenen Eiweißstoffen); Leimlösung (aus genossenen leimgebenden Geweben); Fettemulsion (in feine Tröpfchen vertheiltes mandelmilchähnliches Fett).

Das Charakteristische des Dünndarmes sind: die Darmzotten, die vereinzelten und in Haufen vorhandenen Follikel (Peyer'schen Haufen oder Plaques), die Schleim und Darmsaft absondernden trauben- und schlauchförmigen (Brunner'schen und Lieberkühn'schen) Drüsen, sowie die Becherzellen. — Die Darmzotten sind bald cylinderische, bald kegelförmige, bald keulenförmige oder blattartige Erhebungen der Schleimhaut. In jeder Zotte befinden sich ein oder zwei centrale Räume als die Anfänge der Speisesaftgefäße (Saugadern), welche von einem Haargefäßnetzwerke umstrickt sind. Ein bis zwei Pulsaderstämmchen bilden in jeder Zotte reichliche Capillarverästelungen, die bis an die Spitze hinaufreichen und hier in ein größeres Venenstämmchen übergehen. Um die centralen Chylusgefäße herum liegt eine Schicht längsverlaufender organischer Muskelfasern. — Die Follikel, die einfachste Form der Lymphdrüsen, liegen in der Darmschleimhaut (am reichlichsten im Dickdarme) an den Anfängen der Speisesaftgefäße und bestehen aus einem netzartig angeordneten Gerüste, in dessen Maschenräumen sich zellige Elemente (Lymphkörperchen)

Fig. 72.




Zotten des Dünndarmes.
1. Substanz der Zotte. 2. Epithel. 3. Arterie. 4. Vene. 5. Milchsaftgefäß.

befinden und von einem Blutgefäßcapillarnetz umgeben sind. Die Peyer'schen Haufen befinden sich im untersten Theile des Krummdarmes, etwa 20 an Zahl; sie sind vorzugsweise Sitz der Typhus-Ablagerungen und Geschwüre. — Die Brunner'schen Drüsen sind traubenförmige Schleimhautdrüsen mit einem Ausführungsgange, welche den Mundschleimhautdrüsen entsprechen; sie finden sich nur im Zwölffingerdarm. — Die Lieberkühn'schen Drüsen stellen schlauchartige Vertiefungen der Schleimhaut mit blindem Ende dar, deren Oberfläche auf diese Weise bedeutend vermehrt wird, und entsprechen den Schleimdrüsen des Magens. — Die Becherzellen oder becherförmigen Körperchen, Vacuolen, sind glockenartige Räume zwischen den Cylinderzellen des Darmoberhäutchens, mit offener Mündung nach dem Darme zu; sie stellen schleimig umgewandelte (metamorphosirte) Cylinderzellen des Darmepithels dar und sind gleich den Drüsen bei der Absonderung des Darmschleims betheiligt. — Die Nerven des Dünndarmes stammen theils aus Ganglien, welche in der Darmwand liegen, theils vom Sympathicus. Der vom letztern entspringende Eingeweidenerv, welcher die Bewegung der Darmgefäße regulirt, kann auch die wurmförmige Bewegung des Dünndarmes zum Stillstand bringen (wirkt also als Hemmungsnerv).

Fig. 73.

Brunner'sche Drüse.

Der **Dickdarm** (s. Fig. 66 S. 259), welcher vom Blind-, Grimm- und Mastdarme gebildet wird, besteht wie der Dünndarm aus einer Schleim- und einer Muskelhaut mit serösem Ueberzuge vom Bauchfell. Jedoch fehlen der Schleimhaut die Darmzotten; die Lymphfollikel stehen nur vereinzelt (solitäre); die Lieberkühn'schen Drüsen sind vorzugsweise im Blind- und Grimmdarme angehäuft. Der Dickdarm hat eine Länge von etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 Meter und übt auf die Verdauung insofern nur wenig Einfluß aus, als hier die Lösung fester Stoffe im Speisebreie (welcher noch unverdaute Reste der genossenen Nahrung enthält) mittelst des Darmsaftes und der Milchsäuregährung, welcher vegetabilische Nahrungsmittel unterliegen, sowie die Auffaugung von Speisesaft nur in sehr geringem Grade vor sich geht; seine Hauptfunction besteht vielmehr in Wasseraufsaugung und dadurch bewirkter Eindickung des Darminhaltes, wobei der letztere durch Wasserverlust und Bildung übelriechender Gase nach und nach die Beschaffenheit des Kothes annimmt. Die wurmförmigen Bewegungen im Dickdarme geschehen sehr langsam, so daß der Inhalt in den Ausbuchtungen des Grimmdarmes längere Zeit sich aufhalten muß. — Am Blinddarme, welcher durch eine Art Klappe (Bauhini'sche) vom Dünndarme abgeschlossen ist, hängt eine hohle, dünne, wurmförmige Verlängerung (der Wurmfortsatz, s. S. 259, Fig. 66) an, die dadurch gar nicht selten Veranlassung zum Tode giebt, daß fremde Körper (Obstkerne, Körner, Steine) in die Höhle derselben hineingetrieben werden, was leicht eine Durchbohrung des Fortsatzes und dadurch tödtliche Bauchfellentzündung nach sich zieht. Man verschlucke also keine festen Körper. — Der Grimmdarm krümmt sich um den Gekrösdarm herum, so daß er aus einem rechts aufsteigenden, einem queren und einem links absteigenden Stücke besteht. Das letzte Stück setzt sich mit einer Sförmigen Krümmung in den Mastdarm fort, dessen Ausgang von einem Ring- oder Schließmuskel umgeben ist und After heißt. Die Adern des Mastdarmes führen den Namen Hämorrhoidalgefäße; ihre krankhafte Erweiterung bedingt die bekannten Hämorrhoidalknoten und Hämorrhoidalblutungen.

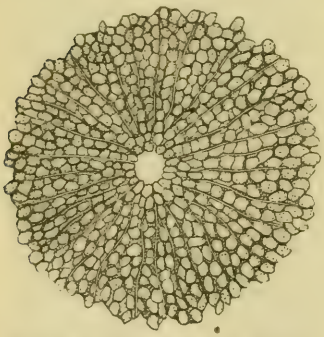
Das **Bauchfell** ist ein seröser Sack (s. S. 81), welcher in der Bauchhöhle ebensowohl die Verdauungsorgane wie die Bauchwände bekleidet und eine Menge von größeren oder kleineren Falten und Verlängerungen bildet, welche

als Netze, Gekröse und Bänder bezeichnet werden. Von Netzen giebt es: das große Netz, welches vom untern Rande des Magens und vom Quergrimmdarme aus als ein fetthaltiger dünner Vorhang über die Dünndärme bis in's Becken herabhängt, und das kleine Netz, welches zwischen der unteren Fläche der Leber und dem obern Rande des Magens ausgespannt ist. Die Gekröse sind aus zwei Platten bestehende Bauchfellverlängerungen, welche die Därme, sowie zahlreiche Blut- und Lymphgefäße, Lymphdrüsen und Nerven zwischen sich nehmen; es giebt: das Dünndarm-, Dickdarm-, Blinddarm- und Mastdarm-Gekröse. Die Falten, Bänder genannt, ziehen sich von einem Organ zum andern und erhalten von diesen Organen ihre Namen, z. B.: Leber-Magenband, Zwerchfell-Milzband u. s. w. In der Höhle des Bauchfellsackes, die freie Oberfläche desselben befeuchtend und schlüpfrig erhaltend, befindet sich die sogen. Bauchfellflüssigkeit, welche früher für ein ausgeschwitztes Wasser gehalten wurde, neuerlich aber (sowie die Herzbeutel- und Brustfellflüssigkeit) als Lymphe betrachtet wird, weil sie durch feinste Oeffnungen direct mit Lymphgefäßen im Zusammenhange steht. — Es versieht auf diese Weise das Bauchfell die Unterleibsorgane mit einer glatten, schlüpfrigen Oberfläche, so daß deren Bewegungen leicht vor sich gehen können, befestigt dieselben zugleich an einander, und sichert sie in ihrer gegenseitigen Lage. — Das Bauchfell unterliegt sehr häufig der Entzündung (d. i. die Unterleibsentzündung) und nimmt in seiner Höhle nicht selten größere Mengen Wasser auf (d. i. die Bauchwassersucht).

Die **Leber** (s. Fig. 66 auf S. 259), welche vom Bauchfell überkleidet in der Bauchhöhle rechts oben unter den Rippen liegt, ist die größte ($1^1/_2$—2 Kilogr. schwere) Drüse des menschlichen Körpers und von derbem braunrothen Gewebe. Ihre untere Fläche ist durch drei Hförmig verlaufende Furchen in vier verschieden große Abtheilungen (Leberlappen) getrennt, deren rechte am größten ist und etwas mehr als die Hälfte des ganzen Organs ausmacht. Die Function der Leber, nämlich die Bereitung einer Flüssigkeit (Galle), die hier aber nicht wie bei anderen Drüsen aus arteriellem, sondern aus venösem Blute (der Pfortader) gebildet wird, ist eine sehr wichtige und zwar eine doppelte. Einestheils dient die Leber nämlich der Blutbildung, indem sie dem Blute schlechte untaugliche Bestandtheile (alte Blutkörperchen) entzieht, anderntheils unterstützt sie die Verdauung (Resorption) der Fette durch Absonderung der Galle. Beide Zwecke kann die Leber aber nur mit Hülfe der Pfortader (s. S. 238) erreichen, indem diese das zu reinigende und die Gallenbestandtheile liefernde Blut der Leber zuführt. Innerhalb des Lebergewebes geschieht die Gallenbildung aber so, daß aus dem Blute der Pfortader-Haargefäße die Gallenbestandtheile in Zellen (Leberzellen) übertreten und von hier, nachdem sie zu Galle verarbeitet sind, in die feinsten Gallenkanälchen gebracht werden, welche sodann die Galle in immer größere Kanäle und endlich in den Ausführungskanal der Leber (Lebergang) leiten. Aus diesem letztern Gange kann die Galle entweder durch den Gallenblasengang in die Gallenblase, welche an der unteren Fläche der Leber, in der vorderen Hälfte der rechten Längsfurche, angewachsen ist, oder sofort durch den Gallengang in den Zwölffingerdarm geschafft werden. Das gereinigte Pfortaderblut fließt (ebensowohl wie das Blut der Leberpulsadern welches zur Ernährung der Leber gedient hatte und dadurch venös geworden ist) aus der Leber durch die Leberblutadern in die untere Hohlader und durch diese in den rechten Vorhof des Herzens ein. — Außer der Blutmauserung und Gallenabsonderung scheint in der Leber auch noch die Bildung von Traubenzucker stattzufinden, indem die Leberzellen aus den Eiweißstoffen des Blutes Glycogen (eine stärkeähnliche, sehr leicht in Zucker übergehende Substanz s. S. 52) und daraus Traubenzucker bereiten; dieser Leberzucker ist reichlich in dem aus der Leber (innerhalb der Leberblutadern) herausfließenden

Blute enthalten und wird wahrscheinlich innerhalb der Gewebe durch den eingeathmeten Sauerstoff zu Kohlensäure und Wasser verbrannt, trägt sonach zur Entwickelung unserer Eigenwärme bei. Höchst auffallend ist die Abhängigkeit der Zuckerbildung in der Leber vom Nervensystem: so kann man beim Kaninchen künstlich durch eine Stichverletzung des Bodens der vierten Hirnhöhle (sog. Zuckerstich) die Zuckerbildung in der Leber auf einige Stunden so beschleunigen, daß der Leberzucker nicht mehr in dem Maaße, als er sich in der Leber bildet, innerhalb des Blutstroms oxydirt werden kann, sondern sich in größeren Mengen im Blute anhäuft und durch die Nieren ausgeschieden wird (Zuckerkrankheit, Zuckerruhr). — Vielleicht wirft die Leber gleichzeitig mit der Galle auch noch solche Stoffe nach dem Darm hin aus, die von uns genossen wurden und für das Blut nachtheilig wirken: so verlassen z. B. Kupfer und Blei mit der Galle das Blut und den Organismus. — Während des Embryonalzustandes ist die Leber der eigentliche Bildungsherd der Blutkörperchen, indem die dem Blut von der Milz zugeführten farblosen Zellen, während sie die Leber passiren, gefärbt und zu kernhaltigen Blutkörperchen verwandelt werden.

Fig. 74.



Durchschnitt durch ein Leberläppchen, mit dem Durchschnitt der Lebervene in der Mitte.

**Feinerer Bau der Leber.** Die ganze Leibersubstanz besteht aus kleinen weichen, unter einander abgeplatteten Kugeln, den sogen. Leberzellen, welche zu kleinen Häufchen angeordnet sind, welche man Leberläppchen oder Leberinseln nennt. Jedes dieser unregelmäßig gestalteten, vieleckigen Läppchen wird von einem Haargefäßnetz umsponnen, welches theils von der Pfortader, theils von der Leberpulsader gebildet wird. Dieses Zwischenläppchen-Capillarnetz setzt sich in eine Venenwurzel fort, welche im Innern des Läppchens beginnt (Central- oder Innenvene genannt wird) und die Lebervenen bilden hilft. Zwischen den Leberzellen beginnen die Anfänge der gallenführenden Kanälchen (Gallencapillaren) und verbinden sich zwischen den einzelnen Leberläppchen zu größeren Kanälchen, die sich schließlich zum Lebergang vereinigen. Man kann sich den Leberbau in folgender Weise vorstellen: die Lebervenen bilden einen tausendfältig verästelten Baum, auf dessen letzten Zweigen (d. s. die Innenvenen) die Leberläppchen wie längliche Beeren aufsitzen, während von der entgegengesetzten Seite her die Pfortader als ein Stamm in die Leber eindringt, der seine Zweige zwischen die dichtgedrängten Leberläppchen treibt, wie ein Baum seine Wurzeln in die Klüfte und Spalten eines steinigen Bodens. Die Innenvene löst sich an ihrem obern Ende in pinselförmig ausstrahlende Zweige auf und sendet von ihrer ganzen Oberfläche zahlreiche Capillaren aus, die mit dem Zwischenläppchen Haargefäßnetze im Zusammenhange stehen. Sonach besteht die Masse der Leberläppchen im wesentlichen aus drei Elementen, den absondernden Leberzellen, den Blutgefäßcapillaren und den gallenführenden Kanälchen oder Gallencapillaren.

Die von der Leber bereitete **Galle** ist eine intensiv bittere dünn oder dickflüssige Flüssigkeit, je nachdem sie erst kürzlich oder schon vor einiger Zeit abgesondert wurde. Ihre Farbe kann gelb, grün, braun bis schwarzbraun sein; an der Luft färbt sich gelbe Galle grün. Die chemischen Stoffe, welche die äußerst wasserreiche Galle zusammensetzen, sind sehr charakteristisch; es sind dies vorzugsweise die Natronsalze zweier gepaarten Säuren (sogen.

Gallensäuren, nämlich der schwefelfreien Glycocholsäure und der schwefelhaltigen Taurocholsäure, welche der Galle vornehmlich ihren bittern Geschmack verleihen. — Die Farbe der Galle rührt von den gelbrothen oder grünlichen Gallenfarbstoffen (Bilirubin der rothgelbe, welcher durch Oxydation in Biliverdin, den grünen Farbstoff, übergehen kann) her, welche wahrscheinlich aus dem Blutfarbstoffe hervorgehen. — Auch Fett kommt in der Galle vor und zwar entweder als solches, oder mit Alkalien verseift, oder als fett-wachsähnlicher, krystallisirender (Gallensteine bildender) Körper „Cholesterin" (gelöst durch die gallensauren Salze); endlich findet sich ein zuckerbildendes Ferment. — Die Galle ermöglicht die Verdauung des Fettes, indem sie dasselbe emulsiv macht (d. h. zu feinen staubförmigen Partikelchen zertheilt) und sich mit Fett sowohl als mit Wasser zu mischen vermag. Dadurch, daß sie in den Darm ergossen, in die Schleimhaut eingesaugt wird und die feinsten Oeffnungen der Darmzotten erfüllt, bahnt sie den Weg für den Fetteintritt. Wären diese Oeffnungen blos mit Wässerigem durchtränkt, dann könnte Fett, da es sich mit Wasser nicht zu mischen vermag, nicht eintreten. Auch soll die Galle die Contraction der Muskelfasern in den Darmzotten anregen und auch dadurch die Fettaufsaugung befördern. — Der größte Theil der Galle wird vom Darme aus wieder aufgesogen und in's Blut geschafft; nur ein kleiner Theil wird im zersetzten Zustande mit dem Kothe ausgeschieden und verhindert in diesem die faulige Zersetzung. — Die Absonderung der Galle erfolgt beständig und ohne Unterbrechung; die Menge der abgesonderten Galle schwankt zwischen 450 und 600 Gramm in 24 Stunden; sie ist von der Nahrung in hohem Grade abhängig und wird gesteigert durch Wassertrinken (wobei die Galle wasserreich wird), sowie durch Fleischkost; weniger durch vegetabilische Kost, gar nicht durch Fettgenuß; sehr verringert wird sie beim Hungern.

Die **Bauchspeicheldrüse** (Pancreas), welche in ihrem Baue den Speicheldrüsen vollkommen gleicht, sondert eine sehr wichtige speichelähnliche, klebrige alkalische Flüssigkeit (den Bauchspeichel) ab und schafft diese in den Zwölffingerdarm zum Speisebreie. Das Pancreas ist eine 14 bis 18 Centimeter lange, platte, aus traubenförmigen Läppchen zusammengesetzte Drüse, welche quer an der hinteren Wand der Bauchhöhle, unmittelbar hinter dem Magen, zwischen Milz und Zwölffingerdarm, ihre Lage hat und äußerst selten von einer Krankheit befallen wird. Die Functionen des Bauchspeichels bestehen: in Umwandelung von Stärke in Zucker, in Lösung der Eiweißkörper und leimgebenden Gewebe und Verwandelung derselben in leicht diffundirende Verbindungen (Peptone), sowie in Vorbereitung (Emulsion und Zerlegung) des Fettes zur Aufnahme in die Chylusgefäße. Die wichtigsten Bestandtheile des Bauchspeichels sind mehrere Fermente (s. S. 68), von welchen das eine die Stärke in Zucker umwandelt, das andere die Fette zersetzt und vermilcht, das dritte geronnene Eiweißkörper sowie Leim und leimgebendes Gewebe löst. — Wie bei den Speicheldrüsen ist auch die Absonderung des Pancreas mit einer beträchtlichen Gefäßerweiterung (gesteigertem Blutzufluß) verbunden.

Der Koth, die Excremente (Faeces), welche ihre charakteristische Gestalt den Dickdarmbuchtungen verdanken, bilden den Rest des Speisebreies und finden sich im Mastdarme fertig gebildet. Die Kothbildung beginnt vom Eintritte des Darminhaltes aus dem Dünndarme in den Blinddarm, wo die Speisereste immer mehr an Wasser verlieren, ihre bräunliche Farbe (von den veränderten Gallenfarbstoffen herrührend) dunkler wird und der eigenthümliche widerliche, von flüchtigen Fettsäuren und den Producten der Bauchspeichelver-

dauung herrührende Kothgeruch hervortritt. Am Ende des Mastdarmes befinden sich zwei Schließmuskeln, ein oberer unwillkürlicher und ein unterer willkürlicher, welche die andrängenden Kothmassen zurückhalten und durch die Bauchpresse überwunden werden müssen. — Die Entleerung des Kothes, der Stuhlgang oder die Leibesöffnung, kommt durch die Zusammenziehungen ebensowohl der Mastdarm- wie der Bauchmuskeln, und auch noch durch Beihülfe des Zwerchfells (bei tiefem Einathmen) zu Stande.

Die mikroskopische Untersuchung der Excremente bei gesunder Verdauung hat gelehrt, daß dieselben im Allgemeinen hauptsächlich aus sämmtlichen unverdaulichen Bestandtheilen der Nahrungsmittel, besonders der pflanzlichen Speisen, bestehen, sonach vorzugsweise aus den von Cellulose (Pflanzenfaser oder Pflanzenzellstoff) gebildeten Pflanzengebilden, aus leeren oder (mit Blattgrün, Stärkekörnchen, Harz u. s. f.) gefüllten Zellen, Gefäßbündeln und Oberhaut; sodann aus sehnigen, elastischen, knorpeligen, sowie knöchernen Partikelchen der Fleischnahrung, abgesehen von einer Menge zertrümmerter Fleischfasern. Gewöhnlich finden sich neben den unverdaulichen Stoffen aber auch noch verdauliche, jedoch nicht verdaute, sowie verdaute und nicht aufgesogene Nahrungsmittel, wie gelbgefärbte, zerstückelte Muskelbündelchen, Bindegewebe, elastische Fasern, Käse- und Eiweißstückchen, Fett, Stärke, Zucker, Salze (besonders Kalksalze) und Säuren. Dies ist in der Regel dann der Fall, wenn entweder zu viel und zumal von unverdaulichen Substanzen eingehüllte Nahrungsstoffe eingeführt wurden, so daß die Verarbeitung und Aufsaugung aller unmöglich wurde, oder wenn die Verdauungsorgane nicht in dem Zustande sind, um die gehörige Menge von Verdauungssäften zu liefern und die Aufsaugung des Verdauten zu fördern. Neben diesen Speiseresten machen nun aber auch noch Gallenbestandtheile einen Hauptbestandtheil der Excremente aus, und diese befinden sich, nach der Länge der Zeit, welche die Speisen im Darmkanal verweilen, in größerer oder geringerer Zersetzung. Ist der Gallenzufluß zum Speisebrei gehindert (bei Gelbsucht), dann fehlen auch den Excrementen die Eigenschaften (die Farbe und zusammenhängende, klebrige Consistenz), welche sie den Gallenstoffen verdanken. — Die Menge der Excremente muß sich sonach, ebenso wie ihre Beschaffenheit, nach der Menge und Beschaffenheit der genossenen Nahrungsmittel, sowie nach dem Zustande des Verdauungsapparates und der Menge der Verdauungssäfte richten. Je weniger und je löslichere, flüssigere Nahrungsstoffe genossen werden, desto geringer ist die Menge der Excremente, und umgekehrt. — Der Wassergehalt der Excremente hängt theils von der genossenen Flüssigkeit, theils von der Menge und Consistenz der zur Verdauung verbrauchten Säfte ab; im Durchschnitt beträgt er etwa 75 Procent. An festen Stoffen werden mit dem Kothe täglich etwa 30 Gramm aus dem Körper entfernt. Die Excremente haben deshalb eine saure Beschaffenheit, weil sie durch Gährung gebildete Säuren, besonders Butter- und Essigsäure, enthalten. Schleim fehlt im Kothe niemals und ebenso wenig abgestoßene Epithelzellen.

Was die Dauer des ganzen Verdauungsprocesses betrifft, so ist diese ebensowenig fest bestimmt, wie die Beschaffenheit und Menge der Excremente; im Allgemeinen läßt sich nur soviel sagen, daß nach etwa 24 Stunden der Rest des Genossenen wieder aus dem Körper hinweggeschafft wird.

# Verdauungsapparat bei den Thieren.

Unter den **Wirbellosen** besitzen die Urthiere keine Organe zur Aufnahme und Veränderung der Nahrung. Bei Moneren, Amoeben und Rhizopoden kann an jeder Stelle des Körpers Nahrung aufgenommen werden. Die zur Nahrung dienenden Stoffe werden entweder von der weichen Körpersubstanz umschlossen oder von Fortsätzen derselben allmählich umhüllt und in den so gebildeten Hohlräumen, welche für einige Zeit als verdauende Höhlen thätig sind, ausgesogen. Die unverdauten Ueberbleibsel werden aus dem Körper ausgestoßen. Weniger einfache Einrichtungen finden sich bei den Infusorien. Auf niederen Stufen fehlt eine Mundöffnung und die strahligen Fortsätze des Körpers wirken wie Saugrüssel; auf höheren Stufen findet sich in der Rindenschicht des Körpers eine Mundöffnung, von welcher sich häufig ein röhrenartiger Abschnitt (Schlund) in die weiche Körpersubstanz erstreckt. Eine Auswurfsöffnung findet sich nicht constant und ist meist nur während der Ausscheidung des Unbrauchbaren sichtbar. — Bei den Pflanzenthieren fungirt die Leibeshöhle, der sogen. Gastrovascularapparat oder ein oder mehrere Abschnitte desselben als verdauende Magenhöhle. Die Mundöffnung dient zugleich als After, durch welchen die unverdauten Speisereste entfernt werden. — Der Verdauungsapparat der Würmer besteht in einem Schlauch, welcher sich meist am Vorderende des Körpers in einem Munde öffnet. Bei den meisten Würmern setzt sich die Mundöffnung in einen muskulösen Schlundkopf fort, welcher häufig ausstülpbar ist und sich bei vielen zu einem Rüssel umbildet. Bei Würmern ohne Leibeshöhle ist dieser Schlauch in die Körpersubstanz und bei Würmern mit Leibeshöhle in diese eingelagert. Im ersteren Falle gelangt die ernährende Flüssigkeit durch die Darmwand direct in die Körpermasse, im letztern Falle in die Leibeshöhle oder in einen Abschnitt des Gefäßsystems, welcher mit dem Darmkanal in Verbindung steht. Der sich der Körperform anpassende Darmkanal gliedert sich in Vorder- (Mund-), Mittel- und Enddarm; bei mangelndem After fehlt der letztere Abschnitt. Die einfachste Einrichtung (bei den Saugwürmern und vielen Strudelwürmern) wird durch eine blindsackartige (mitunter vielfach verzweigte) Einstülpung der Körpersubstanz vorgestellt, deren Eingang zugleich als Mund und After dient. Bei manchen Ringelwürmern finden sich Anfänge von Kieferbildung, bei allen Mund und After; der Mitteldarm besitzt häufig taschenartige Anhänge, von denen mitunter zwei zu Blindschläuchen erweitert sind. Bei den Manteltieren (am deutlichsten bei den Ascidien und Appendicularien) und bei Eichelwürmern bildet sich der vorderste Abschnitt des Darmkanals zu einem Athemapparat (Athem- oder Kiemenhöhle) um, von dem nur noch ein Theil in Beziehung zum Nahrungskanal steht. — Der Darmkanal der Sternthiere, welcher sich im ausgebildeten Zustande sehr verschieden verhält, erinnert, in seiner ersten Anlage bei der Larve, an Pflanzenthiere und niedere Würmer. Im ausgebildeten Zustande liegt der, stets mit eigenen Wandungen versehene und in einzelne Abschnitte getrennte Darmkanal in der Leibeshöhle, an welche er durch gekröseartige Bänder oder Fasern befestigt ist und endigt meist in einem After. Der Mund liegt gewöhnlich central an der Bauchfläche. Bei Seesternen, Seeigeln bildet das Hautskelet „Kauwerkzeuge". Bei allen Seesternen hat der Magen blindsackartige Anhänge, welche sich paarweise in die Arme erstrecken. Bei den Seelilien ist er spiralig gewunden und bei Seegurken bildet er eine Doppelschlinge, welche den Körper an Länge übertrifft. — Der Darmkanal der Gliederthiere, mit Mund und After, besitzt dieselben Abschnitte wie jener der Würmer und ist meist mit einem Chitinüberzug ausgekleidet. Bei den Krebsthieren ist der Endabschnitt des Munddarms zu einem „Kaumagen" erweitert, welcher zahnartige Chitinvorsprünge besitzt. Der Mitteldarm hat blindsackartige Ausbuchtungen. Bei einigen Krebsthieren (Flußkrebs, Wasserfloh, Flossenfloh) scheint der Enddarm, welcher rhythmisch Wasser aufnimmt und ausscheidet, sich an der Athmung zu betheiligen. Der Mitteldarm (Magen) der Spinnen ist durch Blindsäcke sehr vergrößert, während er bei Tausendfüßern meist gerade verläuft und sich in den, meist mit einer Erweiterung versehenen, Enddarm fortsetzt. Sehr mannigfaltige, von der Art und Beschaffenheit der Nahrung (ob thierisch oder pflanzlich, flüssig oder fest) abhängige Verhältnisse zeigt der Darmkanal der Insekten. Der Mitteldarm bildet häufig einen „Kaumagen". Eine Ausbuchtung des Vorderdarms (Schlund) bildet bei vielen Käfern und Geradflüglern einen „Kropf". Aehnliche Bildungen der Wespen und Bienen, welche als Saugapparat dienen, entwickeln sich bei den anderen Insekten zu einem „Saugmagen". „Speicheldrüsen" sind wenig ausgebildet bei Krebsthieren und Tausendfüßern, sehr verbreitet bei Spinnen und sehr ausgebildet bei Insekten. — Die Mollusken besitzen gleich den höheren Würmern eine Leibeshöhle mit ernährender Flüssigkeit. Der sehr verschieden gelagerte Darmkanal hat stets seine eigenen Wandungen und besitzt dieselben Abschnitte wie jener der Würmer. Alle Kracken und Schnecken besitzen Speicheldrüsen, sowie verschiedenartige Kauwerkzeuge aus chitinähnlicher Substanz (Kiefer, eine mit Zähnchen oder Häkchen besetzte „Reibplatte"). Drüsige Anhänge des Mitteldarms, welche allen Mollusken zukommen, werden als Leber gedeutet. Der sogen. „Tintenbeutel" mündet bei manchen Kracken mit dem Enddarm, bei anderen hinter oder neben demselben aus.

Der Darmkanal der **Wirbelthiere** liegt stets in einer Leibeshöhle, er beginnt mit einer Mundöffnung und endigt mit einem After. Im embryonalen Zustande entstehen von der Wand des Darmrohrs verschiedene Organe, welche sich, je nachdem sie in Beziehung zur Ernährung stehen, später mehr oder weniger vom Darme sondern. Wie bei einzelnen Wirbellosen (Manteltieren, Eichelwürmern), so trennt sich auch bei den Schädellosen (Rohrherzen, Amphioxus) der vorderste Abschnitt des Darmkanals in zwei Theile, von denen der eine (die Athemhöhle) der Athmung, der andere (die Bauchrinne) als Nahrungskanal dient. Dieser Abschnitt behält bei allen

Schädeltbieren eine Beziehung zur Athmung; während er bei Fischen und Amphibien direct zur Athmung dient, steht er bei höheren Wirbelthieren mit den Lungen welche durch Ausstülpung von seiner Wand entstehen in Verbindung. Die primitive, vom Visceralskelet i. S. 145 begrenzte Mundhöhle der niederen Wirbelthiere Fische und Amphibien, welche sich bei den Embryonen der höheren Wirbelthiere wiederholt, beginnt sich bei Reptilien und Vögeln durch Bildung eines harten Gaumens in zwei Theile, in eine Mund- und in eine Nasenhöhle, zu trennen. Diese Trennung ist bei den Säugetbieren vollendet. Ein Rest der primitiven Mundhöhle, welche an dieser Theilung keinen Antheil nimmt, stellt nun den Schlundkopf vor, in welchen die Mund- und Nasenhöhle ausmünden. Durch den, nur bei Affen und Menschen zu einem Zäpfchen verlängerten, weichen Gaumen grenzt sich bei Säugetbieren die Mundhöhle noch besonders von dem Schlundkopf ab. Zum Ergreifen und zur Zerkleinerung dienen hornige Oberhautgebilde oder echte Zähne. Der Zahne entbehren einzelne Fische, Amphibien die meisten Kröten und Reptilien Schildkröten); die Vögel und unter den Säugetbieren die Schnabelthiere; die Bartenwale Wallfische besitzen nur in der Jugend eine Zahnanlage, welche wieder zurückgebildet wird. Bei dem zahnlosen Wirbelthieren treten hornartige Oberhautgebilde von der mannigfaltigsten Form auf, welche harte, kalklose Organe darstellen, deren Gewebe dem Horngewebe ähnlich ist Hornzähne der Rundmäuler, der Amphibienlarven, des Armmolchs; Hornscheiden der Schildkröten, Schnabel der Vögel und Schnabelthiere, Barten der Wallfische. Die wahren Zähne werden stets von der Schleimhaut der Mundhöhle gebildet; sie stehen entweder lose in der Schleimhaut bei den niederen Wirbelthieren oder senken sich in den Knochen ein; im ersteren Falle stehen die Zähne beweglich, im letztern fest. Bei den Säugetbieren schnürt sich, wie beim Menschen von der Schleimhaut ein Zahnsäckchen ab, welches vom Kiefernknochen umwachsen wird. Der angelegte Zahn durchbricht dann die Schleimhaut. Die Form der Zähne wechselt von dünnen spitzen Bildungen bis zu breiten Platten mit schmelzfaltigen, blatterigen, höckerigen, zackigen Kauflachen. Auch die Orte des Vorkommens sind äußerst mannigfaltig, zumal bei den unteren Wirbelthierclassen. Bei den Fischen sind zahntragend außer den Kiefernknochen noch die Gaumenbeine, das Pflugschaarbein, der Körper des Keilbeins, das Zungenbein, die Kiemenbogen und die Zunge. Bei den Amphibien sind nur noch Gaumenbein und Pflugschaarbein neben dem Kiefernknochen mit Zähnen besetzt; Gaumenzähne finden sich unter den Reptilien nur bei Schlangen und Eidechsen, während bei Krokodilen die Zähne nur in den Kiefern stecken. Bei Fischen, Amphibien und Reptilien werden die ausfallenden Zähne das ganze Leben erneuert. Bei den Säugetbieren findet nur ein Wechsel Milchzähne statt, welcher bei Walthieren und Zahnarmen fehlt. Die Zunge ist bei den Fischen wenig ohne Muskulatur, mehr bei Amphibien und Reptilien entwickelt. Bei Vögeln ist das Oberbautchen der Zungenspitze häufig verhornt mit Widerhaken bei Spechten, mit Borsten beim Pfefferfresser); fleischig ist das Organ bei Papageien. Am meisten ist die Muskulatur der Zunge bei Säugetbieren entwickelt, bei welchen sie der vorzüglichste Sitz des Geschmackssinnes ist. Die Mundhöhlenschleimhaut der Fische und Amphibien besitzt nur kleine zerstreute Drüsen, erst bei den Reptilien finden sich größere längs der Kieferwände gelagerte Drüsen, sogen. Lippendrüsen und die Giftdrüse der Schlangen, welche aus einfachen Drüsen hervorgegangen scheint. Die Giftdrüse liegt meist am Boden der Augenhöhle oder hinter derselben und schickt ihren Ausführungsgang in den Giftzahn des Oberkiefers. Die Speicheldrüsen erscheinen zuerst bei den Schildkröten und kommen den Vögeln und Säugetbieren in derselben Anzahl und Lagerung wie dem Menschen zu. Sie fehlen nur den Walthieren, sind wenig entwickelt bei Flossenfüßern, am größten bei Pflanzenfressern.

Beim Amphioxus und bei den Rundmäulern verläuft der äußerlich fast gleichartig gebildete Darmkanal bis zum After, ohne daß sich deutlich die drei, bereits bei den Wirbellosen erwähnten Abschnitte unterscheiden lassen, welche bei allen übrigen Wirbelthieren ausgeprägt sind. Man unterscheidet einen Munddarm (Speiseröhre und Magen), Mitteldarm (Dünndarm und Enddarm (Dickdarm und Mastdarm). — Das Darmrohr der Fische besitzt häufig einen geraden Verlauf; bei den meisten geht die weite Speiseröhre allmählich in den Magen über, welcher entweder eine bloße Erweiterung des Darmrohres vorstellt oder einen nach hinten gerichteten Blindsack bildet, von welchem sich ein enger Abschnitt das Pylorusrohr zum Mitteldarm begiebt. Bei den meisten Knochenfischen besetzen blinddarmartige Anhange Pylorusanhänge reichlich den Mitteldarm. Die Schleimhaut des Mund- und Mitteldarmes bildet fast überall Längsfalten. Der Enddarm ist sehr kurz und öffnet sich bei den Knorpelfischen mit den Harn- und Geschlechtswegen in einen gemeinschaftlichen Raum, welcher „Cloake" genannt wird. — Bei den Amphibien und Reptilien zeigt der Munddarm keine höhere Entwickelung, während der Mitteldarm an Längenausdehnung zunimmt und demzufolge Windungen bildet. Der Enddarm gewinnt an Länge und Weite, behält jedoch seinen geraden Verlauf; er wird meist vom Mitteldarm durch eine Klappe geschieden und besitzt bei vielen Reptilien, am ausgeprägtesten bei Eidechsen, einen blinddarmartigen Anhang. Bei den Vögeln ist die, der Länge des Halses entsprechende Speiseröhre in vielen Fällen, besonders bei Raubvögeln und Körnerfressern, mit einer blindsackartigen Stelle versehen, welche als „Kropf" bezeichnet wird. Am Magen sind zwei Abschnitte unterscheidbar: der drüsenreiche Vormagen und der zum Zermalmen der Nahrung dienende Muskelmagen; letzterer, besonders bei Körnerfressern entwickelt, besitzt einen hornartig festen, oft in Platten Reibplatten abgesonderten Ueberzug. Am Pförtner findet sich bei vielen Vögeln eine Klappe und bei einigen noch ein dritter Magenabschnitt. Der ganze Mitteldarm, dessen Länge nach dem Nahrungsverhältnisse sehr verschieden ist, bildet regelmäßige Schlingen, deren erste die Bauchspeicheldrüse umfaßt; eine Klappe findet sich an der Grenze zwischen Dünndarm und zwei Blinddärmen; letztere fehlen nur selten. Das Ende des Dickdarmes mündet in eine Cloake.

Bei den Säugetbieren, ganz besonders bei den Pflanzenfressern, zeichnet sich der Darmkanal durch seine Länge aus. Der Magen erscheint in der einfachsten Form bei den Seehunden,

bei denen er eine senkrecht liegende Erweiterung, mit nach oben gekrümmtem Pförtnerende darstellt, während er bei den übrigen Säugethieren eine Querstellung einnimmt. Durch Anpassung an die Nahrung treten verschiedene Eigenthümlichkeiten auf. Blindsackbildungen fehlen vielen Raubthieren, sind bei Nagern, Zahnarmen, Beutel- und Schnabelthieren entwickelt und finden sich bei Affen und Menschen. Bei den Walthieren, Wiederkäuern und Schwielenfüßern (Kameel, Dromedar, Lama ꝛc.) kommen neben einem größern noch mehrere kleinere, in ihrem Baue von einander verschiedene Abschnitte vor, welche durch enge Oeffnungen mit einander in Verbindung stehen. Der erstere größere, vom Magenblindsacke gebildete Abschnitt dient zur ersten massenhaften Aufnahme der Nahrung und gleicht einem Kropfe; er wird Pansen (Rumen) genannt. Dicht neben dem Magenmunde steht er mit dem zweiten, mit dem Netzmagen (Haube, Reticulum) im Zusammenhange; ihm folgt der dritte oder Blättermagen (Psalterium, Omasus), welcher den Schwielenfüßern fehlt, an ihn schließt sich zuletzt der Labmagen (Abomasus) an, dessen Schleimhaut Labdrüsen enthält. Durch den Verschluß eines von der Einmündung der Speiseröhre in den Netzmagen bis zur Oeffnung in den Blättermagen gehenden Halbkanals (Schlundrinne) kann der wiedergekaute Bissen direct in den Blättermagen geleitet werden, während durch das Offenstehen der Furche der Eintritt des frisch aufgenommenen Futters in den Pansen und Netzmagen gestattet ist. Die Länge des Darmkanals steht in großer Abhängigkeit von der Nahrung, daher bestehen große Unterschiede zwischen Fleisch- und Pflanzenfressern. Der Enddarm erlangt bei den Säugethieren die größte Länge; er ist weiter als der Dünndarm und wegen seiner Länge in Windungen gelagert; nur sein letzter Abschnitt, der Mastdarm, verläuft gerade. An der Grenze zwischen Dünn- und Enddarm besteht Blinddarmbildung (bald einfache, bald doppelte), deren Entwickelung in engster Beziehung zur Nahrung steht. Der Blinddarm ist unbedeutend und fehlt mitunter bei den fleischfressenden Säugethieren, bedeutend entwickelt ist er gewöhnlich bei Pflanzenfressern; wenn er fehlt, so nimmt der übrige Dickdarm bedeutend an Länge zu. Das Ende des Blinddarms verkümmert bei vielen Nagern und einzelnen Halbaffen und bildet bei manchen, wie beim Menschen, einen Anhang, der als „Wurmfortsatz" bezeichnet wird. Nur bei den Schnabelthieren öffnet sich dauernd der Mastdarm in eine Cloake; bei den anderen Säugethieren ist nur in der ersten Zeit des Embryolebens die Cloakenbildung vorhanden. Die mit Schleimhaut bekleidete Innenfläche des Darmkanals enthält Längs- und Querfalten, Zotten und schlauchförmige Drüsen. — Die Leber der Wirbelthiere entwickelt sich stets aus der Wand der Darmanlage und besteht aus größeren und kleineren Lappen, welche aus kleinsten Läppchen zusammengesetzt sind. In der äußeren Form bildet sie entweder eine einzige ungelappte Masse (Pricken, viele Knochenfische, Schlangen) oder ist in zwei Abschnitte getheilt (Knochenfische, Amphibien, Krokodile, Schildkröten, Vögel, Säugethiere). Auch die mehrlappigen Formen mancher Säugethiere (Raubthiere, Nager, einige Beutelthiere und Affen) lassen sich auf zwei Hauptlappen zurückführen. Die Ausführungsgänge der Leber münden entweder in eine Gallenblase oder direct in den Darm. Eine Gallenblase fehlt bei der Pricke, den Pfefferfressern, Kukuks, vielen Papageien, Tauben, manchen Straußen, vielen Nagern, den Walthieren, Schwielenfüßern, Hirschen, mehreren Antilopen und Einhufern, sowie dem Elephant. — Die Bauchspeicheldrüse entsteht wie die Leber aus einer Ausbuchtung der Darmwand. Dieses nur bei einzelnen Abtheilungen der Fische vermißte Organ liegt immer dem Magen oder doch dem Anfange des Darmes benachbart und verbindet seine Ausführungsgänge häufig mit jenem der Leber oder senkt sie doch in dessen Nähe in den Darmkanal ein.

## VI. Der Harnapparat.

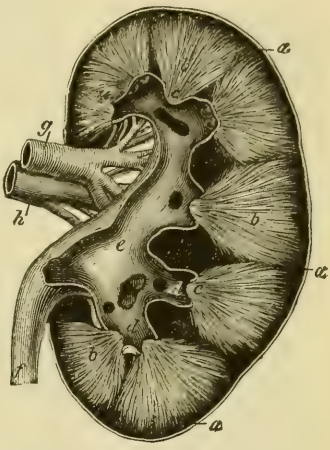
Das Blut von seinem Ueberflusse an Wasser zu befreien und gleichzeitig auch noch die festen löslichen Auswurfsstoffe des Organismus aus demselben zu entfernen, ist die Aufgabe der Harnabsonderung, welche in den beiden Nieren vor sich geht und sonach eine Aussonderung aus dem Blute darstellt. Vorzugsweise sind es aber die Endproducte der Oxydation (die Verbrennungsproducte) stickstoffhaltiger (eiweißstoffiger, sowie leimhaltiger) Substanzen des Körpers und der Nahrung, welche hauptsächlich in Gestalt von Harnstoff, Harnsäure oder harnsauren Salzen mit dem Harne wieder ausgeschieden werden. Natürlich muß demnach der Harn um so reicher an diesen Stoffen sein, je mehr von den stickstoffhaltigen Stoffen verbrannt werden (z. B. bei reichlicher Fleischkost) und das Blut müßte

sich allmählich sehr verschlechtern, wenn jene untauglichen Stoffe in Folge gestörter Harnabsonderung darin zurückgehalten würden, wie dies thatsächlich z. B. bei der Gicht der Fall ist. Der Harnstoff ist nämlich ein ebenso gefährliches Gift für den Organismus wie die Kohlensäure, und das Leben kann nur bestehen, wenn er fortwährend ausgeschieden wird. Werden größere Mengen im Körper angehäuft, so kann es sogar zu einer tödtlichen Vergiftung des Blutes (Harnvergiftung, Urämie) kommen. — Uebrigens werden mit dem Harne außer den Oxydationsproducten der Eiweißsubstanzen auch noch eine Menge anderer, in den Körper gebrachter Stoffe, besonders leicht lösliche, welche mit organischen oder unorganischen Materien des Körpers keine Verbindung eingehen, und zwar mehr oder weniger verändert (oxydirt), manche schneller, andere langsamer wieder aus dem Körper ausgeführt. So finden sich von genossenen Substanzen viele Salze, einige Metalle, die meisten organischen Säuren, viele Farb- und Riechstoffe u. s. w. im Harne wieder; einige derselben (z. B. Jodkali) erscheinen schon nach wenigen (4 bis 10) Minuten nach ihrem Genusse im Harne. Die *specifischen Harnbestandtheile* sind zum größten Theil im Blute schon vollständig vorgebildet, so daß in den Nieren eine bloße Abfiltration oder Abscheidung derselben erfolgt; nur für die Hippursäure und die Harnfarbstoffe ist es wahrscheinlich, daß sie in den Nieren selbst gebildet werden. Für den Harnstoff ist vielleicht die Leber als eine Hauptbildungsstätte desselben anzusehen, da sie von allen Organen am meisten Harnstoff (bei den Vögeln Harnsäure) enthält. — Ist der Harn sehr reich an Harnsäure und Salzen (besonders harn- und phosphorsauren), dann werden diese Stoffe nicht selten fest, setzen sich an ein Klümpchen Schleim oder Blut an und bilden so durch schichtenweises Anlagern an einander steinige Concremente, welche nach ihrem Sitze in den Nierenkelchen, im Nierenbecken oder in der Harnblase *Nieren-* oder *Blasensteine* genannt werden.

Der **Harnapparat** besteht aus den beiden *Nieren* und den *Harnwegen*; zu den letzteren gehören: der Harnleiter, die Harnblase und die Harnröhre. — Die *Nieren* sind zwei, zu beiden Seiten der Lendenwirbel an der hinteren Bauchwand symmetrisch gelegene, bohnenförmige, 100 bis 180 Gramm schwere Drüsen, von welchen eine jede in ein Fettpolster (Nierenfett) eingebettet und von einer festen sehnigen Haut umschlossen ist. Die Lage dieses bohnenförmigen Organs, an dessen obern Rand sich die Nebenniere (s. S. 219) anlegt, ist so, daß der größere convexe Rand desselben nach außen, der kleinere concave (die *Nierenwurzel*) dagegen nach innen gekehrt ist; am letztern befindet sich der Ein- und Austritt von Gefäßen, Nerven und der Ausführungsgang (das sogen. Nierenbecken). Bisweilen kommt es infolge mechanischer Einwirkungen (übermäßigen Schnürens der Frauen, Druck von Geschwülsten u. dergl.) zu Lageveränderungen der

einen oder beider Nieren (sogen. Wanderniere), wodurch mannigfache Beschwerden und Störungen entstehen können. — Durchschneidet man eine Niere der Länge nach (siehe Fig. 75), so zeigen sich auf dem Durchschnitte deutlich zwei wesentlich verschiedene Substanzen. Die dem Rande zunächst liegende dunklere und weichere heißt die Rindensubstanz und besteht aus einer Unzahl (gegen 2 Millionen) vielfach geschlängelter Harnkanälchen, welche allseitig von Blutgefäßen umsponnen sind und mit einem blinden, erweiterten Ende, in welches ein Gefäßknäuel eingeschoben ist, anfangen. Die nach innen gegen die Nierenwurzel zu liegende Substanz, d. i. die Marksubstanz, zeigt sich dagegen blaßröthlich und streifig, und ist in 8 bis 15 pyramidenförmige Abtheilungen (Nierenpyramiden) getrennt, welche aus geradverlaufenden Harnkanälchen (den unmittelbaren Fortsetzungen der geschlängelten Kanälchen der Rindensubstanz) bestehen und mit ihrer Spitze (dem Nierenwärzchen), auf welcher sich die Harnkanälchen öffnen, nach dem Mittelpunkte der Niere gerichtet sind. Die Nierenwärzchen, aus deren Harnkanälchenöffnungen fortwährend Harn tröpfelt, ragen in hohle Behälter (Nierenkelche) hinein und diese vereinigen sich zu einem trichterförmigen Sacke (zum Nierenbecken), welcher unmittelbar in den Harnleiter übergeht. Dieser letztere Kanal (aus einer Muskel-, Schleim- und Bindegewebshaut gebildet) zieht sich an der hinteren Bauchwand in das Becken herab und mündet in die Harnblase ein, wo der tropfenweise zufließende Harn gesammelt wird.

Fig. 75




Eine senkrecht durchschnittene Niere. a. Rindensubstanz aus geschlängelten Harnkanälchen. b. Pyramiden, aus gerade gestreckten Harnkanälchen. c. Nierenwärzchen. d. Nierenkelch. e. Nierenbecken. f. Harnleiter. g. Pulsader und h. Blutader der Niere.

**Feinerer Bau der Niere.** Das Nierengewebe zerfällt seiner Thätigkeit nach: in eine Abtheilung mit absondernden Kanälchen (Harnkanälchen) d. i. das Nierenlabyrinth oder die Rinde, und in eine mit Sammelröhren oder Ausführungskanälchen, d. i. die Marksubstanz (mit Markstrahlen und Pyramiden). Da wo beide Abtheilungen an einander stoßen, befindet sich die Grenzschicht des Markes. — In der Rinde beginnen die schlauchförmigen und gewundenen Harnkanälchen oder Endäste mit einer blasenförmigen Endausbreitung oder kugeligen Anschwellung (d. i. das sogenannte Malpighi'sche Körperchen oder die Kapsel des Nierenkorns), welche in ihrem Innern das Nierenkorn oder den Glomerulus birgt. Diese Anschwellung setzt sich mit einem kurzen engen Halse in ein weiteres Rohr fort, welches in

mehrfachen, bogenförmigen Windungen sich nach dem Marke hinzieht. Hat es die Grenzschicht desselben erreicht, so spitzt es sich rasch zu und dringt nun als ein feiner Kanal geraden Verlaufs mehr oder weniger tief in das Mark ein, biegt hier unter Bildung einer engen Schleife wieder um und steigt gerade aufwärts in die Rinde zurück. Hier verläuft es jetzt mit mehrfachen, knickartigen Windungen zwischen den bogig gewundenen Harnkanälchen und kehrt zum Marke zurück, wo es mit mehreren anderen Kanälchen zur Bildung eines geraden und weiten Rohres (eines Sammelrohres) zusammentritt. Die Sammelröhrchen vereinigen sich zu Hauptästen (Primitivkegel) und bilden dann die Pyramiden, an deren Spitzen (Nierenwärzchen oder Papillen) sie sich nach dem Nierenkelche hin öffnen. — Das Nierenkorn oder der Glomerulus, welcher in dem blasig angeschwollenen Endstücke des Harnkanälchens liegt, ist ein dichter Knäuel von Capillarschlingen. Das zuführende arterielle Gefäßchen, nachdem es die Wand des Kanälchens durchbohrt hat, bildet nämlich innerhalb der Kapselhöhle ein freischwebendes Büschel von Capillaren, welche bogenförmig gegen das Centrum des Glomerulus sich erstrecken und hier zu einem ausführenden Gefäßchen zusammenfließen, welches dicht neben dem zuführenden Gefäßchen austritt. Das ausführende Gefäßchen gleicht seinem Baue nach einer Vene, verhält sich aber in seinem weitern Verlaufe wie eine Arterie, denn es löst sich wieder in ein engmaschiges Capillarnetz auf, welches die gewundenen Harnkanälchen umspinnt und in die Nierenvenen übergeht. So hat also das Blut zwei Haargefäßnetze zu passiren. Da nun das Blut in dem Glomerulus wegen des im zweiten Capillarnetz gegebenen Hindernisses unter hohem Drucke steht, so muß hier eine starke Filtration in die Kapseln hinein stattfinden und es werden also Wasser und die wirklich gelösten Theile der Blutflüssigkeit (Salze, Harnstoff, Zucker u. s. w.) in die Harnkanälchen übergehen. Diese sehr verdünnte Lösung tritt nun an den Wänden der Harnkanälchen mit dem Blute, welches sie soeben verlassen hat und welches durch den Wasserverlust concentrirter geworden ist, in Diffusion, wobei eine Rückkehr von Wasser in das Blut stattfindet und der Urin concentrirter wird.

Fig. 76.

Durchschnitt durch die Niere, 300mal vergrößert. a. Malpighische Körperchen in der Rindensubstanz. b. Beginn der Harnkanälchen. c. Grenze der Mark- und Rindensubstanz. d. Harnkanälchen. e. Sammelrohr.

Die Harnblase, das zur Aufbewahrung und zeitweisen Entleerung des Harns dienende Organ, stellt einen länglichrunden Sack dar, welcher im leeren Zustande gefaltet, in der Höhle des kleinen Beckens vor dem Mastdarme liegt und sich nach vorn und unten verengert (d. i. der Blasenhals), um sich in die Harnröhre fortzusetzen. Das Innere der Blase ist mit Schleimhaut ausgekleidet und um diese herum befinden sich Muskelfasern, welche so angeordnet sind, daß sie am Blasenhalse einen Ring (den Blasenschließer) bilden, während sie übrigens (als Harnauspresser) der Länge nach verlaufen und die Blase nach ihrem Halse hin zusammenziehen können. — Die Harnröhre

ist ein von Schleimhaut ausgekleideter häutiger Kanal, der vom Blasenhalse bis zu den äußeren Geschlechtsorganen reicht und sich hier öffnet; er ist beim weiblichen Geschlechte sehr kurz (gegen 4 Ctm.), beim männlichen dagegen etwa 20 Ctm. lang.

Der **Harn** oder Urin ist eine mit Schleim und abgelöster Oberhaut der Harnwege vermischte klare wässerige Flüssigkeit, durch welche die Verbrennungsproducte der stickstoffhaltigen Nahrungs- und Gewebsbestandtheile (besonders Harnstoff), aus dem Körper entfernt werden. Der frisch gelassene Harn stellt im gesunden Zustande eine durchsichtige gelbe Flüssigkeit von eigenthümlichem schwach aromatischen Geruche, bitterlich salzigem Geschmacke und von der Temperatur des Körpers (s. S. 192) dar. Er ist schwerer als Wasser und gewöhnlich von schwach saurer Reaction (durch phosphorsaures Natron); nach dem Erkalten verliert der Harn seinen aromatischen Geruch und nimmt den eigenthümlichen Harngeruch an; nachdem er einige Zeit gestanden hat, bildet sich in demselben anfangs eine Trübung (durch den Schleim und die Oberhautpartikelchen) und endlich ein weißer oder farbiger Bodensatz (Harnsediment), gewöhnlich aus harnsauren Salzen (besonders harnsaurem Natron) bestehend. Durch langes Stehen kommt es im Harne zu einer alkalischen Reaction und fauliger Zersetzung und es entwickeln sich in ihm neben Ammoniak (s. S. 48) unzählige Infusionsthierchen und Schimmelpilze (aus Keimen, die der Luft entstammen). Manchmal, doch selten, leuchtet der frische Harn ganz gesunder Personen mit einem phosphorähnlichen Glanze; diese Phosphorescenz ist noch unerklärt. Die Farbe des Harns ist abhängig von seiner Concentration; sie ist am hellsten nach reichlichem Genuß von Getränken, am dunkelsten im concentrirten Morgenharn. Die wesentlichen Bestandtheile des Harns, welche im gesunden Zustande nie fehlen, sind: 1. der Harnstoff, das hauptsächlichste Endproduct der Oxydationen stickstoffhaltiger Substanzen (Eiweißsubstanzen), welches zum Theile schon im Blute (vielleicht auch in der Leber) vorgebildet, zum Theil aber vielleicht erst in den Nieren entstanden ist; in 24 Stunden beträgt die Menge des ausgeschiedenen Harnstoffs beim Erwachsenen etwa 30—40 Gramm; — 2. die Harnsäure, eine niedrigere Oxydationsstufe (ein schwächerer Verbrennungsgrad, also mit geringerem Sauerstoffgehalt) als der Harnstoff, in Form harnsaurer Salze; — 3. eine Reihe noch niedrigerer Oxydationsstufen, die meisten in geringen Mengen und einige nicht beständig vorhanden: Kreatin und Kreatinin, Hippursäure, Xanthin, Sarkin, Ammoniak u. a.; — 4. Harnfarbstoffe (Urobilin, Urohämatin und Indican); — 5. Wasser, in großer Menge; — 6. anorganische Salze; — 7. Gase, Sauerstoff, Kohlensäure und auffallend viel Stickstoff. Bei den fleischfressenden Säugethieren und beim Menschen enthält der Harn außerordentlich viel Harnstoff, sehr wenig Harn- und Hippursäure; bei den Pflanzenfressern dagegen wenig Harnstoff, viel Hippursäure und keine Harnsäure. Bei Umänderung der Nahrung ändert sich dem entsprechend auch der Harn. Der gleich nach der Entleerung fest werdende Harn der Vögel, beschuppten Amphibien, Insekten u. s. w. besteht überwiegend aus Harnsäure und harnsauren Salzen. Die Menge des in 24 Stunden entleerten Urins schwankt beim Erwachsenen zwischen 1000 und 2000 Gramm. Die Menge jedes einzelnen Harnbestandtheiles hängt hauptsächlich von dem Gehalte des Blutes an demselben ab, und zwar wird erhöht: 1. der Wassergehalt: durch Aufnahme von Wasser (in Getränken) und durch verminderte Lungen- und Hautausdünstung bei niedriger Temperatur; — 2. der Salzgehalt: durch vermehrte Aufnahme von Salzen in der Nahrung; — 3. der Zuckergehalt: durch vermehrte Bildung des Zuckers in der Leber, durch verminderte Verbrennung desselben; — 4. der Gehalt an Verbrennungsproducten stickstoffhaltiger Substanzen: durch vermehrte Aufnahme stickstoffhaltiger Nahrung (Fleisch, Eier, Käse) und ver-

mehrten Verbrauch stickstoffhaltiger Gewebe (erhöhte Muskel- und Nerventhätigkeit, erhöhte Temperatur, Fieber); — 5. der Kohlensäuregehalt: durch Erhöhung kohlensaurebildender Processe im Körper (besonders durch Muskelbewegung). — Werden gewisse ungewöhnliche Substanzen genossen, so treten dieselben oder ihre Verbrennungsproducte alsbald im Harn auf. Es ist sehr wahrscheinlich, daß durch die Harnabsonderung viele schädliche Bestandtheile der Nahrung aus unserm Körper entfernt werden, dieser also durch die Nieren gewissermaßen entgiftet wird. — Daß das Nervensystem auf die Nierenabsonderung Einfluß ausübt, beweisen die Veränderungen derselben bei Gemüthsbewegung und Nervenkrankheiten, sowie die Beobachtung, daß die Verletzung einer gewissen Stelle der vierten Hirnhöhle (welche in der Nähe derjenigen liegt, deren Verletzung vermehrte Zuckerbildung veranlaßt) die Harnabsonderung beträchtlich vermehrt. Im krankhaften Zustande kann der Harn sehr viel Zucker (bei der Harnruhr), Eiweiß (Bright'sche Nierenkrankheit), Gallenfarbstoff (bei Gelbsucht), Blut, Eiter u. s. w. enthalten. Durch gewisse Arzneistoffe, welche harntreibende (diuretische) genannt werden, kann die Harnabsonderung gesteigert werden, was theils durch Erhöhung des Blutdrucks, theils durch directe Reizung des Nierengewebes zu Stande kommt.

## Harnapparat bei den Thieren.

Bei den niedersten **Wirbellosen** besteben keine gesonderten Harnorgane. Der Gastrovascularapparat der Pflanzenthiere scheint auch als Ausscheidungsorgan zu dienen; die Thatigkeit der sogen. Mesenterialfilamente der Seeanemonen (d. i. dicht unter einander verschlungene Fäden, welche frei in die Darmhöhle hineinragen) scheint der Harnabsonderung höherer Thiere zu entsprechen. — Bei den Würmern bilden schlauchförmige, mehr oder weniger verzweigte Kanäle, welche an der Oberfläche des Körpers münden, den Harnapparat. — Der Enddarm der Gliederthiere besitzt Drüsen, deren Absonderung chemisch der Harnabsonderung höherer Wirbelthiere entspricht. Bei den Tracheaten entstehen die Harnorgane als Ausstülpung des Darms und bilden einfache oder vielfach gewundene Kanäle, „Harnkanäle" oder „Malpighi'sche Gefäße", welche in den Enddarm münden. — Der aus Schleifenkanälen bestehende Harnapparat der Mollusken entspricht im Allgemeinen jenem der Würmer. Die Kanäle, welche auch der Wasserzufuhr dienen, beginnen mit einer äußeren Oeffnung und münden in die Leibeshöhle.

Alle **Wirbelthiere** wie es scheint mit Ausnahme des Amphioxus) besitzen die unter dem Namen der Nieren bekannten harnabsondernden Drüsen, welche paarig und neben dem Rückgrate dicht hinter dem Bauchfell gelagert sind, und jederseits einen Ausführungsgang den Harnleiter absenden, welcher entweder direct nach außen, oder in die Cloake, oder in einen besondern Behalter (die Harnblase) mündet. Der Bildung der Nieren geht stets die Anlage der Vor- oder Primordialnieren, der sogen. Wolff'schen Körper, voraus. Diese Urnieren verschwinden bei den höheren Wirbeltbieren (Amnioten) und bestehen bei Fischen und Amphibien (Anamnia) zum Theil fort. Bei den Rundmäulern erscheint die Niere gewissermaßen in ihre Elemente zerlegt und die Harnkanälchen und Glomeruli, welche später in größeren Mengen dicht an einander diese Drüse zusammensetzen, sind hier gleichsam aus einander gezogen. — Bei den Fischen bilden die Nieren compactere Drüsenorgane, bald mehr, bald weniger massiv und gelappt. Die beiden Harnleiter vereinigen sich in der Regel zu einem gemeinsamen Ausführungsgange (Harnröhre), der entweder hinter der Geschlechtsöffnung, oder mit dieser, oder im Mastdarme, oder in einer Cloake (wo dann gleichzeitig After, Harnröhre und Geschlechtswerkzeuge münden) sich öffnet. — Bei den Amphibien stehen die Nieren in enger Beziehung zum Geschlechtsapparate, indem die Samenausführungsgänge sich in die Niere einsenken und mit den Harnkanälchen verbinden. Eine Harnblase findet sich bei allen Amphibien, stets jedoch mit der Cloake in Verbindung. — Die Nieren der Reptilien sind von dem Geschlechtsapparate unabhängiger, stellen längliche und abgeflattete Körper (mit Windungen und Lappen) dar und ihr Harnleiter mündet entweder gesondert in die Cloake oder vorher in eine Harnblase. — Die Nieren der Vögel sind in die Vertiefungen zwischen den Querfortsätzen der Kreuzwirbel eingebettet und zerfallen in mehrere größere Abschnitte von verschiedener Anzahl meist drei Lappen). Der Harnleiter mündet in die Cloake; eine Harnblase fehlt. — Die Harnwerkzeuge der Säugethiere bieten wenig Verschiedenheit und gleichen denen des Menschen. Die Nieren sind bei vielen höckerig; ihr Harnleiter mündet in eine niemals fehlende Harnblase.

# VII. Aeußere Haut.

Die äußere Oberfläche unseres Körpers ist von einer schützenden Hülle bekleidet, welche die äußere Haut, oder auch wohl blos Haut, oder allgemeine Bedeckung genannt wird. Sie dient nicht blos als wichtiger Wärmeregulator und zum Schutze für die inneren Theile unseres Körpers, sondern ist auch ein blutreinigendes Ausscheidungsorgan, sowie der Sitz des Haut- (Tast- und Temperatur-) Sinnes. Als Sinnesorgan soll die Haut später besprochen werden; hier geschieht ihrer nur als blutreinigenden und das Innere des Körpers schützenden Apparates Erwähnung.

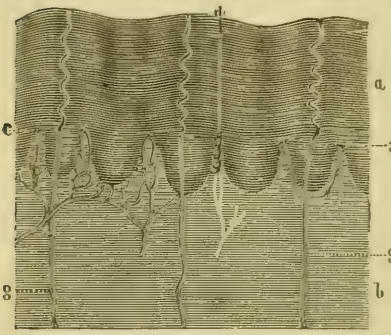
Es besteht die Haut aus drei über einander liegenden Schichten hautartiger Gebilde, von denen ein jedes anders als das andere gebaut ist. Die wichtigste dieser Hautschichten ist die mittlere; sie bildet die eigentliche Grundlage der allgemeinen Bedeckung und heißt Lederhaut; ihre freie Oberfläche ist mit der Oberhaut überzogen und ihre untere Fläche wird durch das Unterhautzellgewebe an die unterliegenden Theile geheftet. Die Lücken oder Maschen des Unterhautzellgewebes sind an den meisten, nicht an allen Körperstellen, mit Fett erfüllt, weshalb diese unterste Hautschicht auch Unterhautfettgewebe oder Fetthaut genannt wird. In den genannten drei Hautschichten trifft man nun auf Gefühlswärzchen, Gefäßpapillen, Schweißdrüsen und Schweißkanäle, Talgdrüsen und Haarbälge, Haare und Nägel sowie auf glatte (unwillkürliche) Muskelfasern. Nur in der Haut des Gesichtes (am Bart und an der Nase) finden sich auch quergestreifte (willkürliche) Muskelfasern. Die von der Haut abgesetzten Stoffe sind außer den Horngebilden (Oberhaut, Haare und Nägel): Schweiß und Hauttalg.

Die Farbe der Haut schwankt, nach Alter, Geschlecht und Nationen, zwischen dem tiefsten Schwarz, durch Braun, Olivengelb, Roth und Strohgelb bis zum reinen Weiß; es finden sich alle Abstufungen, die sich innerhalb dieser Farben denken lassen. Das größere oder geringere Dunkel der Haut läßt sich aber nicht als Folge der klimatischen Einwirkungen auffassen, denen die Rassen gegenwärtig ausgesetzt sind. Die schwärzesten Menschen finden sich nicht am Aequator, und die weißesten nicht an den Polen. Die dunkle Hautfarbe soll eine Folge geringerer Oxydation des Blutes in den Lungen sein, wofür eine erhöhte Thätigkeit der Leber mit vermehrter Gallenabsonderung stattfinden soll. In der Regel finden sich dunkle Hautfarbe und dunkles krauses Haar verbunden. Die Dicke, Dichtheit und Feinheit des Gewebes der Haut ist nach den einzelnen Theilen und Individuen verschieden.

Die **Lederhaut** (Corium) ist eine derbe, etwas elastische, aus Zell- oder Bindegewebe und zahlreichen elastischen Fasern gebildete, sehr gefäß- und nervenreiche, röthliche Haut, welche in ihrer tieferen

Portion innere oder Netzschicht locker, in der oberen dagegen dichter gewebt und hier mit zahlreichen Wärzchen besetzt ist äußere oder Wärzchenschicht, Papillarschicht. Ihre unterste Schicht geht ohne scharfe Grenze in das Unterhautzellgewebe über, während ihre obere Fläche scharf und deutlich von der untersten Schicht der Oberhaut getrennt ist. Je nach den verschiedenen Stellen des Körpers ist ihre Dicke verschieden; sie schwankt zwischen 0,3 und 2,8 Millimeter. — Die an der Oberfläche der Lederhaut hervorspringenden Haut- oder Gefühlswärzchen, Papillen, stellen kleine, kegel- oder warzenförmige Erhabenheiten dar, welche hinsichtlich ihrer Form, Anzahl und Stellung an den verschiedenen Körperstellen große Verschiedenheiten zeigen. Am zahlreichsten finden sie sich in der Handfläche und Fußsohle, an den Finger- und Zehenspitzen; hier haben sie auch die größte Länge. Man unterscheidet zweierlei Papillen, nämlich Nerven- und Gefäßpapillen; die ersteren enthalten die Endapparate der Gefühlsnerven, die später zu beschreibenden Tastkörperchen, die letzteren dagegen ein schlingenförmiges Netz feinster blutführender Haargefäße. — Dem Bindegewebe, dessen netzförmig verwebte Bündel die Grundlage der Lederhaut bilden, sind noch stets elastische Fasern, welche im untern Theile derselben ein grobmaschiges und nach der Oberfläche hin ein immer dichteres Netz bilden, sowie an manchen Stellen reichlich glatte Muskelfasern beigemischt, auch finden sich in den Räumen der Zellschicht zahlreiche Fettzellen eingelagert. — Die zahlreichen Blutgefäße der Lederhaut verbreiten sich von der unteren nach der oberen Schicht, umspinnen die Fettzellen und Haarbälge, die Schweiß- und Talgdrüsen und dringen endlich in die Wärzchen ein, wo sie feinste Gefäßschlingen bilden. Auch sehr zahlreiche Lymphgefäße sowie Lymphräume besitzt die Lederhaut und von Nerven enthält dieselbe eine solche Menge, daß sie als das nervenreichste und deshalb empfindlichste Gebilde des Körpers bezeichnet werden kann. Diese Nerven verbreiten sich vorzugsweise in der oberen Hautschicht zu den Wärzchen, treten mit ihren Enden in die Tastkörperchen ein, und befähigen dadurch die Haut zu Druck- und Temperaturempfindungen. — In chemischer Beziehung zeigt die Lederhaut dieselben Eigenschaften, wie das Binde- und elastische

Fig. 77.

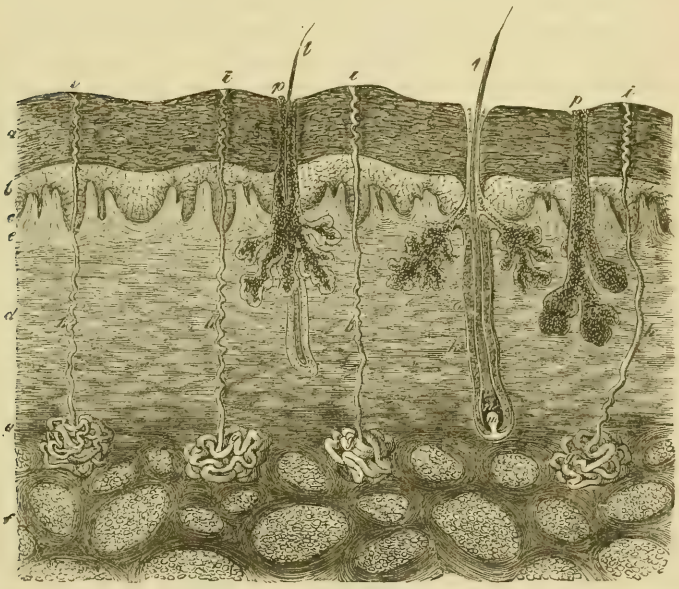



a. Oberhaut. b. Lederhaut. c. Hautwärzchen mit Gefäßschleife. d. Hautwarzchen mit Nervenfädchen und Tastkörperchen. s. Schweißkanal.

Gewebe, sie löst sich nämlich im kochenden Wasser zu Leim auf; sie fault schwer und nach dem Gerben, d. i. nach dem Zusatz von Gerbsäure haltenden Pflanzenstoffen*) gar nicht.

Die aus Hornstoff bestehende **Oberhaut** oder Epidermis, welche überall die freie Oberfläche der Lederhaut mit ihren Vertiefungen und Erhabenheiten überkleidet, ist ganz gefäß- und nervenlos und nur aus Zellen gebildet. Sie besteht aus zwei, ziemlich scharf von einander getrennten Schichten, von denen die unterste, jüngste, unmittelbar an

Fig. 78.



Die äußere Haut (senkrecht durchschnitten und bedeutend vergrößert): a. Hornschicht und b. Schleimschicht der Oberhaut. c. Farbenschicht in der Schleimschicht. d. Lederhaut. e. Tastwärzchen. f. Fetthaut. g. Schweißdrüsen. h. Schweißkanal. i. Schweißporen. k. Haarbalg. l. Haar. m. Haarkeim. n. Haarzwiebel. o. Haarwurzel. p. Talgdrüse.

die Lederhaut (von deren Blutgefäßen sie ernährt wird) stößt und Schleimschicht oder Malpighi'sche Schicht heißt, während die obere und ältere die Hornschicht genannt wird. Die erstere besteht nur aus kleinen, mit Flüssigkeit prall gefüllten, rundlichen oder läng-

*) Das Leder, aus welchem unser Schuhwerk und dergleichen gemacht wird, ist die Lederhaut von Thieren, welche gegerbt, d. h. durch Einlegen in Gerberlohe verdichtet und der Fäulniß zu widerstehen fähig gemacht worden ist. Auch die Menschenhaut läßt sich gerben, aber sie wird dadurch nicht so fest wie die Thierhaut.

lichen, nach der Hornschicht zu platt und eckig werdenden kernhaltigen Bläschen (Epidermiszellen, welche durch das Ineinandergreifen ihrer Stacheln und Riffe sehr innig mit einander verbunden sind, die letztere dagegen aus schichtenweise übereinander gelagerten feinen, trockenen, hornigen Schüppchen oder Plättchen, den sogen. Hornplättchen, welche allmählich durch das Plattwerden und Verhornen der Epidermiszellen entstanden sind. Die obersten, ältesten Plättchen der Hornschicht stoßen sich fortwährend los und so können dann die jüngeren, unteren immerfort nachrücken. — Die Färbung der Haut (der Teint) hat ihren Sitz vorzugsweise in der Oberhaut und hauptsächlich in der Schleimschicht, wo der Farbstoff in den Zellen um den Kern herum lagert. Beim Weißen ist die Hornschicht durchscheinend und farblos oder schwach gelblich, die Schleimschicht gelblich-weiß oder bräunlich, an einzelnen Stellen aber auch schwärzlich braun. Bei farbigen Menschenstämmen ist es ebenfalls nur die Oberhaut, welche gefärbt ist, während die Lederhaut sich ganz wie bei weißen Menschen verhält; nur ist der Farbstoff hier in der Oberhaut viel dunkler und ausgebreiteter. Der Farbstoff in den Zellen der Schleimschicht entsteht bei den gefärbten Menschenrassen erst allmählich nach der Geburt. Die Negerkinder sind in den ersten Tagen nach der Geburt röthlich, dann schiefergrau gefärbt; erst später, nach einem bis drei Jahren, werden sie völlig schwarz. Das Kind des Australiers ist anfangs gelblich-braun und wird nach und nach dunkel-kaffeebraun. — Die Dicke der Oberhaut entspricht stets jener der Lederhaut; sie ist an verschiedenen Körperstellen sehr verschieden, was besonders von der wechselnden Stärke der Hornschicht abhängt: am dicksten (1,7 bis 2,8 Millim.) ist sie an der Fußsohle und Hohlhand, am dünnsten (0,05 bis 0,15 Millim.) am Kinne, Wange, Stirn und Augenlide. — Die Oberhaut ist weich, biegsam, wenig elastisch, sehr fest und schwer durchdringlich, so daß die Hornschicht tropfbare Flüssigkeiten (die nicht chemisch auf ihr Gewebe einwirken) durchaus nicht durch sich hindurchdringen läßt, wohl aber dunstförmige und sich leicht verflüchtigende Substanzen (Alcohol, Aether, Essigsäure, Ammoniak) aufnimmt oder abgiebt (Hautdunst). Der hauptsächlichste Nutzen der Epidermis ist deshalb auch, daß sie der Lederhaut als schützender Ueberzug dient und zugleich den Durchtritt von Flüssigkeit (von außen und innen), von Luft, Wärme und Kälte, vielleicht auch von elektrischen Strömungen verhindert. Sie leitet die Wärme bedeutend schlechter wie die Schleimhaut.

Die **Fetthaut**, das fetthaltige Unterhautzellgewebe, welches eine Art von Polster für die Lederhaut bildet und diese locker oder fest mit den unterliegenden Theilen verbindet, besteht aus weichem Bindegewebe, in dessen Maschenräumen mehr oder weniger Fettzellen eingelagert sind. Im Unterhautzellgewebe verlaufen größere, gegen die Lederhaut hinziehende Blutgefäßstämme, von welchen sich Aeste ab-

zweigen zu den Fettläppchen, den Haarbälgen und Schweißdrüsen; ferner kommen Nervenstämme vor, welche an einzelnen Stellen mit eigenartigen Endorganen, den sogen. Pacini'schen Körperchen versehen sind; auch verlaufen hier Lymphgefäßstämme, welche von feinen Blutgefäßchen begleitet werden. An den verschiedenen Stellen des Körpers ist die Fetthaut von verschiedener Dicke (durchschnittlich zwischen 4 und 9 Millimeter, bei fetten Individuen auch 2—3 Centimeter und darüber) und von größerem oder geringerem Fettgehalte. An einzelnen Stellen, wie am Kinne und Ellenbogen, enthalten größere Maschenräume des Unterhautzellgewebes eine klebrige, helle, gallertartige Flüssigkeit, welche die Haut vor stärkerem Drucke schützt; dergleichen Räume heißen Hautschleimbeutel. — Der Nutzen der Fetthaut ist insofern kein unbedeutender, als sie nicht blos der Lederhaut und den unter diesen liegenden Organen als weiches Polster (als Schutz vor Stoß und Druck) dient, sondern auch als schlechter Wärmeleiter die Körperwärme zusammenhält und die äußere Kälte abhält, abgesehen noch davon, daß sie durch Ausfüllen der Vertiefungen an der Oberfläche des Körpers die Form desselben voller, runder und schöner macht.

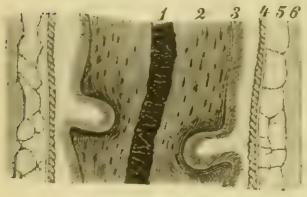
**Horngebilde** der Haut werden außer der Oberhaut auch noch die Nägel und Haare genannt.

Die **Nägel** sind harte, elastische, durchscheinende, convex-concave Hornplatten, welche in tiefen Hautfurchen der letzten Finger- und Zehenglieder eingebettet sind. Sie sind nichts als starke Oberhautplatten, die wie die Epidermis ebenfalls aus einer Schleimhaut und einer Hornschicht bestehen. Die Stelle der Haut, welche von dem Nagel zugedeckt wird, heißt das Nagelbett; der Hautwall, welcher von drei Seiten den Nagel einschließt, der Nagelfalz. Der letztere, welcher dem Haarbalge entspricht, veranlaßt das Wachsthum der Nägel nach vorn. Der hintere, im Nagelfalz gelegene, mit Papillen reichlich versehene Theil des Nagelbettes ist als alleinige Bildungsstätte des Nagels zu betrachten (als Nagelkeim, entsprechend dem Haarkeim). Die Lederhaut des Nagelbettes ist außerordentlich gefäß- und nervenreich und zeigt 50 bis 90 sehr wärzchenreiche Leistchen oder Längsriffe. Am Nagel selbst unterscheidet man die Wurzel (mit dem weißen Mönd chen), den Körper und den freien Rand; die Dicke desselben nimmt von der Wurzel zum Rande beständig zu. Die Nägel wachsen, so lange sie beschnitten werden, immer fort, wobei die Hornschicht beständig nach vorn geschoben wird; dagegen ist das Wachsthum derselben beschränkt, wenn sie nicht beschnitten werden. Im letztern Falle werden sie gegen 3 bis 5 Ctm. lang und krümmen sich um die Finger und Zehenspitzen herum. Die Nägel geben den Finger- und Zehenspitzen Halt und Festigkeit, erleichtern den Fingern das Ergreifen kleiner Gegenstände und erhöhen durch Gegendruck die Empfindlichkeit beim Tasten.

Die **Haare** sind geschmeidige cylindrische Hornfäden und ebenfalls der Oberhaut ähnliche Gebilde, die aber in eigenen Säckchen der Lederhaut (d. i. die Haarbälge oder Haartaschen) gebildet werden. Sie sind, mit Ausnahme der inneren Handfläche und Fußsohle, über den ganzen Körper verbreitet, nur verhalten sie sich hinsichtlich ihrer Menge, Farbe, Länge und Stärke an verschiedenen Stellen desselben verschieden; sie sind entweder lang und weich (wie die Kopfhaare), oder kurz und starr (wie die Augenwimper-, Lider-, Nasen- und Ohrenhaare), oder kurz und sehr fein (wie die Wollhaare der im gewöhnlichen Leben fälschlich als unbehaart bezeichneten Körperstellen). In Bezug

auf die Dichtigkeit der Behaarung verhalten sich die verschiedenen Körperstellen verschieden; so zählte Withof bei einem mittelmäßig behaarten Manne auf $^1/_4$ Quadratzoll (etwa 1,7 Quadratcentimeter) auf dem Wirbel 295, auf dem Vorderkopfe 211, am Kinn 39, am Vorderarm 23, auf der Oberfläche des Schenkels dagegen nur 13 Haare. Dabei stehen die Haare entweder einzeln oder in Gruppen zu je zwei bis fünf und sind in regelmäßigen symmetrisch verlaufenden Linien angeordnet, welche als Haarströme oder Haarwirbel bezeichnet werden. — Die Haare sind sehr fest und elastisch, nehmen leicht Wasser auf (hygroskopisch) und geben es leicht wieder ab, sind daher bald trocken und spröde, bald feucht und weich, je nachdem die Haut oder Atmosphäre viel oder wenig Feuchtigkeit enthält; nach ihrer verschiedenen Anfeuchtung sind sie länger oder kürzer, weshalb sie auch zu Hygrometern (Feuchtigkeitsmessern) benutzt werden. Man bezeichnet an einem Haare den freien Theil als **Schaft**, mit der **verdünnten Spitze**, und den im Haarbalge steckenden Theil als **Wurzel**, mit einer **knopfförmigen Anschwellung**, dem **Haarknopfe** oder der **Haarzwiebel**, am untern Ende: die ausgehöhlte Zwiebel sitzt am Boden des Haarbalges hutförmig auf einem warzenförmigen, sehr gefäß- und nervenreichen Hügel **Haarpapille**, **Haarkeim**, **Haarmarrix** auf, (s. Fig. 78 m), welcher die eigentliche Bildungsstätte des Haares darstellt; hier werden fortwährend neue Zellen gebildet, welche den schon fertigen Schaft allmählich immer mehr nach außen schieben. Hinsichtlich seines feinern Baues unterscheidet man an jedem Haare die Rindensubstanz, welche den bedeutendsten Theil des Haares ausmacht und seine Gestalt bedingt, sowie das Oberhäutchen und die Marksubstanz. Die **Rindensubstanz** ist der gefärbte Theil des Haares und besteht aus starren Fasern (Haarfasern), die aus verhornten schichtenweise neben und auf einander liegenden Zellen zusammengesetzt sind. Die Farbe der Rindensubstanz rührt theils von Ansammlungen von körnigen Farbkörperchen (Pigmentflecken) im Innern der Haarplättchen, theils von Lufträumen und einem aufgelösten, mit der Substanz der Rindenplättchen verbundenen Farbstoffe her, welcher in weißen Haaren gänzlich fehlt, in dunkelbraunen und rothen dagegen reichlich vorhanden ist. Das körnige Pigment kann bezüglich der Farbe von hellgelb bis roth und braun bis schwarz wechseln. Bald wiegt das eine, bald das andere Pigment vor und nur in ganz lichten und stark dunkeln Haaren sind beide gleichmäßig entwickelt. — Am untern Theile der Haarwurzel werden die hornigen Haarplättchen immer weicher und gehen endlich in längliche Zellen über, auf ähnliche Weise wie die Hornschicht der Oberhaut allmählich in die Schleimschicht übergeht. Die **Marksubstanz**, welche die Mitte des Haares einnimmt, den Wollhaaren und nicht selten den gefärbten Kopfhaaren fehlt, besteht aus reihenweise an einander gelagerten rundlichen Markzellen, die mit Flüssigkeit oder Luftbläschen erfüllt sind. Das **Oberhäutchen** des Haares, aus ganz platten, eckigen, dachziegelförmig über einander gelagerten Plättchen zusammengesetzt, ist ein ganz dünnes, durchsichtiges Häutchen, welches einen vollkommenen Ueberzug über das Haar bildet und mit der Rindensubstanz fest verbunden ist. Der **Haarbalg** oder das **Haarsäckchen**, die **Haartasche**, von dessen Boden das Wachsthum des Haares durch den Haarkeim ausgeht, stellt eine flaschenförmige Einstülpung der äußeren Haut dar, welche die Haarwurzel ziemlich dicht um-

Fig. 79.




Stück der Wurzel eines dunklen Haares durch Behandlung mit Natron etwas aufgequollen und gewunden). 1. Mark noch lufthaltig und mit Zellen; 2. Rindenschicht mit Pigmentflecken; 3. Oberhäutchen des Haares; 4. innere und 5. äußere Wurzelscheide; 6. Wand des Haarsackes. Vergrößerung etwa 200.

schließt und bis in die Tiefe der Lederhaut, selbst bis in das Unterhautzellgewebe hineinreicht. Hinsichtlich ihres Baues sind die Haarbälge einfach als Fortsetzung der Haut mit ihren beiden Bestandtheilen, der Leder- und Oberhaut, zu betrachten; der ersteren entspricht die gefäßreiche Haarbalghaut mit der Haarpapille (Haarkeim), der letzteren die Wurzelscheide (s. Fig. 79).

Der Haarbalg besteht aus drei Schichten, aus einer äußeren, mittleren und inneren Schicht. Die äußere Haarbalgscheide ist aus Bindegewebsfasern gewebt und mit der Lederhaut vereinigt; sie enthält Blutgefäße. Die mittlere Schicht oder innere Haarbalgscheide scheint muskulöser Natur zu sein und setzt sich in die Haarpapille fort. Die innerste Schicht wird von einer glashellen Haut gebildet (Glashaut), enthält weder Gefäße noch Nerven und endigt in der Papille. Die Wurzelscheide, aus einer äußeren und inneren Scheide, bildet die Oberhaut der Haarbalgscheide. Vom Grunde des Haarbalges aus wächst das Haar dadurch, daß sich vom Haarkeim aus beständig neue Zellen bilden, welche sich durch Theilung vermehren und nach oben allmählich zu Markzellen, Haarfasern und Oberhautschüppchen werden. Hierbei werden die zuerst runden, sogen. Haarzellen immermehr spindelförmig und wandeln sich schließlich in schmale, hornartige Spindeln um. Es erreichen übrigens die Haare eine, je nach Art und Geschlecht bestimmte Länge, wachsen jedoch, wie alle Horngebilde, wenn sie geschnitten werden, wieder nach. Das Haupthaar wird häufig fast einen Meter lang; Barthaare können eine Länge von einem halben Meter erreichen. Durch beständiges Abschneiden kann ein Mensch von 60 Jahren sein Haupthaar, wenn man die abgeschnittenen Stücke zusammenrechnet, auf eine Länge von mehr als 6 Meter gebracht haben. — Gewöhnlich öffnen sich zwei Talgdrüsen in den Haarsack und salben das Haar ein. An den Haarbalg, welcher schief in der Haut steckt, heften sich glatte Muskelfasern (Haarbalgmuskeln) derart an, daß bei ihrer Zusammenziehung (Verkürzung) die Haare aufgerichtet werden. Nach der Beschaffenheit der Haare haben Häckel und Friedrich Müller die Menschenarten (s. S. 108) in: Wollhaarige und Schlichthaarige eingetheilt.

Ein naturgemäßer Haarwechsel kommt beim Menschen (wie bei den Thieren periodisch) dadurch zu Stande, daß, sobald das Haar seine bestimmte Länge erreicht hat und die Papille die Schwere des Haares nicht mehr tragen kann, das Haar ausfällt und an dessen Stelle sich ein neues entwickelt. Dieses neue Haar entwickelt sich aus der alten Papille. Das Ausfallen der Haare erfolgt so, daß um die Haarpapille sich keine neuen Zellen bilden und die zuletzt gebildeten Zellen sich in Haarsubstanz verwandeln, welche ein spitziges oder klobiges, aus zerfaserten Haarschuppen bestehendes unteres Ende des Haarschaftes bilden. Ist das Ausfallen der Haare durch krankhafte Vorgänge bedingt, so entwickelt sich entweder kein neues Haar oder an die Stelle eines dicken Haares treten Wollhaare. Da die Bälge verloren gegangener Haare noch lange bestehen bleiben, so ist eine Neubildung von Haaren durch den Keim des Balges möglich, aber ein gesunder Haarbalg mit normaler Papille ist dazu durchaus nöthig. Das fertig gebildete Haar scheint von Flüssigkeiten, welche aus den Gefäßen des Haarkeimes stammen und von der Zwiebel aus in die Höhe steigen, durchzogen und erhalten zu werden; diese Flüssigkeiten dunsten dann wahrscheinlich an der Oberfläche des Haares wieder ab und werden durch neue ersetzt. Sonach muß der Ernährungszustand der Haut, besonders der Haarpapille, großen Einfluß auf die Beschaffenheit und Erhaltung des Haares ausüben können und wahrscheinlich hängt das Grauwerden oder Ausfallen der Haare in den meisten Fällen vom Mangel des flüssigen Ernährungsmaterials ab. Das Grauwerden der Haare hat seinen Grund darin, daß ihr Farbstoff allmählich schwindet; es findet naturgemäß im Alter statt. Es werden aber auch Fälle von plötzlichem Ergrauen der Haare erzählt (Marie Antoinette, Ludwig von Baiern, Thomas Morus), die meist die Folge

heftiger Gemüthserschütterung sind. Der Nutzen der Haare besteht theils in der Beschränkung der Wärmeausgabe des Körpers, insofern sich zwischen den einzelnen Haaren feinstvertheilte Luft ansammelt und als schlechter Wärmeleiter ähnlich wie unsere Kleidung wirkt, theils in der Uebertragung von Bewegungen auf die Tastorgane des Haarbodens, wodurch die feinste Berührung leicht und sicher empfunden wird. Die Wimpern schützen das Auge vor Staub und grellem Sonnenlicht.

Der **Drüsenapparat** der Haut besteht aus den Talg- und Schweißdrüsen. — Die **Talgdrüsen** (s. S. 289 Fig. 78, p.) sind kleine weißliche, entweder einfache oder zusammengesetzte, länglich birnförmige oder traubenförmige Schläuche, welche sich fast überall in der Haut, besonders aber an behaarten Stellen finden und den Hauttalg oder die Hautschmiere absondern. Viele derselben münden in die Haarbälge oder haben doch mit denselben eine gemeinsame Oeffnung auf der Haut, weshalb sie auch Haarbalgdrüsen genannt werden. Im Allgemeinen sitzen diese Drüsen dicht an den Haarbälgen in der oberen Schicht der Lederhaut; ziehen sich die glatten Muskelfasern dieser Haut bei Einwirkung der Kälte um die gefüllten Drüsen zusammen, so ragen die letzteren wie Knötchen auf der Haut hervor und bilden die sogen. Gänsehaut. Der zellenreiche Hauttalg (Hautsalbe) besteht hauptsächlich aus verschiedenen, bei der Körpertemperatur flüssigen Fetten, welche durch Zerfall der Drüsenzellen frei werden. Er wird zum Einsalben der Haut und Haare verwendet, vorzüglich an solchen Stellen, wo die Haut häufig der Feuchtigkeit ausgesetzt ist. — Die **Schweißdrüsen** (s. S. 289 Fig. 78, g.) sind einfache, aus einem zarten, mehr oder weniger gewundenen Gange bestehende und den Schweiß absondernde Drüsen, welche, bis auf äußerst wenige Stellen, in der ganzen Haut vorkommen und mit feinen Oeffnungen (Schweißporen) an der Oberfläche derselben ausmünden. Das unterste Stück jeder Schweißdrüse heißt der Drüsenknäuel oder die eigentliche Drüse und stellt ein rundliches, aus vielfachen Windungen eines einzigen Ganges bestehendes Körperchen dar, welches seine Lage in der tieferen Schicht der Lederhaut, bald etwas höher bald etwas tiefer, seltener im Unterhautzellgewebe, umgeben von Fett und lockerem Bindegewebe, neben oder unter den Haarbälgen hat. Nach oben tritt aus dem Drüsenknäuel der Schweißkanal als Ausführungsgang hervor; dieser läuft, anfangs leicht geschlängelt, senkrecht durch die Lederhaut in die Höhe, um sich zwischen den Hautpapillen in die Oberhaut einzusenken und hier korkzieherförmig mit 2—6 spiraligen Windungen bis zur Oberfläche der Haut zu dringen, wo er dann als Schweißpore nach außen mündet. Die Zahl der Schweißdrüsen ist an verschiedenen Stellen der Haut sehr verschieden; auf einen Quadratzoll der Hohlhand wurden 2736, der Fußsohle 2685, des Handrückens 1490, an Hals und Stirn 1303, am Nacken und Gesäß 417 Schweißdrüsen gezählt; die Gesammtzahl der Schweißdrüsen ist hiernach zu $2\frac{1}{4}$ Millionen, und der ge-

sammte, der Schweißabsonderung dienende Flächenraum zu 39653 Kubikzoll berechnet worden. Die größten und reichlichsten Schweißdrüsen finden sich in der Achselhöhle. Den Schweißdrüsen gleichen die Ohrenschmalzdrüsen, welche sich im knorpeligen Theile des Gehörorgans vorfinden und überwiegend Fette absondern.

Die Haut dient als Schutz-, Tast-, Absonderungs- und Aufsaugungsorgan und regulirt, durch größere oder geringere Wasser- (Schweiß-)verdunstung an ihrer Oberfläche, in hervorragendem Maße die Wärmeabgabe des Körpers. — Als Tastorgan besitzt die Haut eine große Menge von Empfindungsnerven, die natürlich mit dem Gehirn im Zusammenhange stehen, sowie zahlreiche Tastwärzchen und Tastkörperchen. Ausführlicheres über diese Tastorgane und das Tasten s. später bei den Sinnesorganen.

Ein **Schutzorgan** von großer Wichtigkeit ist die Haut für unsern Körper vermöge ihres Baues und ihrer Eigenschaften. Zuvörderst schützt die Oberhaut die unter ihr liegende Lederhaut, vorzugsweise aber die Gefühlswärzchen (welche deshalb auch mit einer dickeren Hornschicht überkleidet sind) gegen unsanfte Berührung und leichtere mechanische Einwirkungen. Mechanischer Beschädigung tieferer Theile widersteht die Lederhaut durch ihre Masse, Festigkeit, Dehnbarkeit und Elasticität, indem sie den Druck auf eine größere Fläche vertheilt, zumal wenn das Unterhautzellgewebe viel Fett enthält. Gegen chemische Einwirkungen vieler Substanzen, sowie auch gegen Gifte der verschiedensten Art, dient die Hornschicht der Epidermis als Schutz, indem diese von Wasser, schwachen Säuren und den meisten Salzen nicht aufgelöst wird, und sie selbst wieder durch den fettigen Hauttalg-Ueberzug geschützt ist. Der letztere wird gelöst durch Aether, Alcohol und Chloroform. Doch kann die Hornschicht bei längerer Einwirkung von Flüssigkeiten, durch Einsaugung derselben und durch Lockerung des Zusammenhanges der Epidermiszellen erweichen und dann etwas durchdringlich werden. Nur die ätzenden Alkalien, concentrirte Schwefel- und Salpetersäure lösen den Zusammenhang der Zellen, sowie die Zellensubstanz selbst auf. Die Lederhaut widersteht den chemischen Einflüssen nicht; indessen wird die von ihr aus fortschreitende Einwirkung zerstörender Substanzen auf die tieferen Theile dadurch beschränkt, daß der dichte Filz ihrer Fasern die Bildung eines festen schützenden Schorfes begünstigt. — Die Epidermis hemmt ferner auch in gewissem Grade den Durchgang der Luft, Wärme und Kälte, der electrischen Strömungen, und die zu schnelle Verdunstung der Flüssigkeiten des Körpers. Das Fettpolster unter der Lederhaut verhindert, als schlechter Wärmeleiter, bei starker Abkühlung der Haut die Ausstrahlung der Wärme aus den tieferen Körpertheilen.

Hautathmung oder Perspiration. Die Haut betheiligt sich auch an der Athmung (s. S. 243), denn wie die Lungen giebt sie Kohlensäure und Wasserdampf an die Atmosphäre ab und entzieht derselben Sauerstoff. Die Organe der Hautathmung sind ohne Zweifel die Schweißdrüsen mit ihren reichen Haargefäßnetzen, zu welchen die Luft leicht Zutritt findet. Wie die bereits erwähnte Darmathmung (s. S. 263) ist aber beim Menschen auch der Hautgaswechsel gegenüber demjenigen der Lungen verschwindend klein, daher von geringer Bedeutung. Die Gesammtmenge der Kohlensäureausscheidung der Haut beträgt zwischen 3—9 Gramm in 24 Stunden, während durch die Lungen die hundert- bis dreihundertfache Menge ausgeschieden wird. Eine ungleich größere Bedeutung hat die Wasserabgabe der Haut, die eine sehr beträchtliche Größe erreichen kann.

Die Hautausdünstung, welche hinsichtlich ihrer Menge und Beschaffenheit nach Rasse, Alter, Geschlecht und individueller Körperbeschaffenheit sehr verschieden und selbst bei ein und demselben Menschen nicht zu allen Zeiten und an allen Stellen seines Körpers immer dieselbe ist, erscheint in zwei Formen, nämlich als unsichtbare, dunstförmige (Hautdunst oder unmerkliche Transspiration) und als tropfbar flüssige oder Schweiß. Ihrer Natur nach sind beide identisch: der Hautdunst wird eben zum Schweiß, wenn er so reichlich gebildet wird, daß er nicht Zeit zum Verdunsten findet. Der Hautdunst, welcher vorzugsweise von den Haargefäßen der Schweißdrüsen abgeschieden wird, steigt ununterbrochen zu jeder Zeit von der Oberfläche der Haut in den Luftkreis auf; er besteht zum allergrößten Theile aus Wasserdampf, dem noch Kohlensäure und einige andere gasförmige Stoffe, sowie riechende Materien beigemischt sind. Die Riechstoffe rühren wahrscheinlich zum Theil von Ammoniak und Buttersäure, zum Theil von genossenen riechenden Nahrungsmitteln (Zwiebeln, Knoblauch, Spargel, Rettig, Senf, Gewürzen), zum Theil von eigenthümlichen noch unbekannten Riechstoffen her. Sehr übelriechend ist die Hautausdünstung der schwarzen Menschenrassen. — Der Schweiß, die tropfbar flüssige und sauer reagirende Absonderung der Schweißdrüsen, erscheint nur in einzelnen Zeiten in kleineren Tröpfchen oder in größeren, durch Zusammenfließen der Tröpfchen gebildeten Tropfen, über die ganze Oberfläche der Haut ausgebreitet oder nur an einzelnen Körperstellen. Außer reichlichem Wasser (98 bis 99½ Procent) enthält er noch Salze (besonders Kochsalz), Harnstoff (am reichlichsten bei gehinderter Harnstoffausscheidung durch die Nieren), Spuren eines Farbstoffes, verschiedene flüchtige Fettsäuren (Ameisen-, Essig-, Buttersäure ꝛc.), Fette und Cholesterin. Wie in den Harn, so gehen zuweilen auch in den Schweiß genossene Substanzen in oxydirtem oder selbst unverändertem Zustand (so z. B. Weinsäure, Benzoesäure, Jodkali u. a.) über. Mitunter ist der Schweiß gefärbt (gelb bei Gelbsucht, roth durch Blut). Die Absonderung des Schweißes geschieht nur unter gewissen Umständen und wird befördert durch reichliche Wasseraufnahme, warme Getränke und erhöhte Temperatur des Körpers oder der Umgebung sowie durch anhaltende Muskelanstrengung. Häufig wird Wochen, selbst Monate lang kein Schweiß abgesondert, während zu anderen Zeiten in einer Stunde bis zu 1600 Gramm und darüber geliefert werden. Da Gemüthsbewegungen (Furcht, Angst) die Schweißabsonderung vermehren können, so scheint eine Einwirkung des Nervensystems auf die Schweißdrüsen zu existiren. Auch manche Arzneimittel (Pilocarpin, Ammoniaksalze u. a.) befördern die Schweißbildung. — Der Schweiß führt im Allgemeinen dieselben Auswurfsstoffe aus dem Körper wie der Harn, von dem er sich nur dadurch unterscheidet, daß er nicht beständig abgesondert und daß er über die ganze Körperoberfläche ergossen und so noch für den Körper als Wärmeregulator verwerthet werden kann. Durch den Schweiß kann unser Körper deshalb abgekühlt werden, weil die hierbei von unserer Körperoberfläche verdunstende Feuchtigkeit viel Wärme mit hinwegnimmt, welche verbraucht wird, um die Flüssigkeit in Dampfform zu verwandeln. Daher kommt es, daß, wenn wir recht große Hitze fühlen und plötzlich ein perlender Schweiß die Haut befeuchtet, fast augenblicklich ein Gefühl großer Erleichterung eintritt. Je rascher die Verdunstung des Schweißes vor sich geht, desto fühlbarer ist die Abkühlung, wie man deutlich erkennt, wenn durch Anblasen oder Fächeln, oder überhaupt durch bewegte Luft, die Verdunstung beschleunigt wird. Ja es kann auf diese Art die Abkühlung so stark werden, daß dadurch die Empfindungsnerven der Haut entweder sehr empfindlich (schmerzhaft) oder sogar empfindungslos werden. Am gefährlichsten ist ein kalter Luftzug, der nur einen kleinern Theil der schwitzenden Haut trifft; er ruft in der Regel sehr schnell empfindlichen Schmerz hervor.

Der Nutzen, welchen die Hautausdünstung dem Körper bringt, ist also zunächst der, daß die Wasserverdunstung auf der Haut die im Uebermaße und über das Bedürfniß erzeugte Wärme des Körpers bindet und dessen Temperatur regelt. Sodann wird durch die Ausscheidung der oben genannten Stoffe aus dem Blute dieses gereinigt und so zur Ernährung des Körpers tauglicher gemacht. — Wenn die Hautthätigkeit unterdrückt wird, so kann sehr leicht die Gesundheit durch Zurückbleiben schädlicher Auswurfsstoffe, durch Reizung der Hautnerven und durch abnormen Wärmeverlust geschädigt werden. Die Folge der Erkältung ist gewöhnlich eine rheumatische Entzündung, vorzugsweise der Gelenke, des Herzbeutels und Brustfells. Auch katarrhalische Entzündungen im Athmungsapparate (Schnupfen, Husten) können durch Erkältung veranlaßt werden.

Als **Auffaugungsorgan** ist die Haut, obschon in deren Innern der zahlreichen Blut- und Lymphgefäße wegen eine sehr lebhafte Auffaugung stattfindet, doch nicht von so großer Wichtigkeit, als man gewöhnlich glaubt, denn es ist durch die Hornschicht der Oberhaut und durch die Einölung derselben mit Hauttalg den flüssigen und salbenartigen Stoffen äußerst schwer gemacht, von außen in die Haut hineinzudringen. Dagegen werden Gase unzweifelhaft durch die Haut (höchst wahrscheinlich durch die Schweißdrüsen) aufgenommen, wie sich denn die Haut bei der Athmung mit betheiligt und Sauerstoff aufnimmt. Nur durch die Schweißporen, sowie durch die Oeffnungen der Talgdrüsen und Haarbälge dürften Stoffe, besonders mit Hülfe von Druck, Waschungen, warmen Bädern, Umschlägen und Einreibungen, aufgenommen werden können. Es behaupten allerdings Einige, daß auch durch die Hornschicht hindurch wässerige Stoffe eindringen können, doch ist dies nur möglich, nachdem zuvor der Hauttalg, der die Auffaugung wässeriger Stoffe verhindert, entfernt oder aufgelöst wurde (durch Aether, Alcohol oder Chloroform). Durch Einreibung können sogar ungelöste Stoffe, z. B. die Quecksilbertröpfchen der grauen Salbe, zur Auffaugung gebracht werden, was offenbar durch mechanisches Eintreiben derselben in die Drüsenmündungen und tiefergelegenen Spalträume erfolgt.

## Allgemeine Körperbedeckung bei den Thieren.

Die Körperbedeckung der niedrigsten Thiere (Protozoen, Wurzelfüßer) ist im Allgemeinen von derselben weichen und contractilen Beschaffenheit, wie die gesammte Grundsubstanz des Körpers. Bei den Infusorien und Gregarinen findet sich ein elastisches Häutchen von derberer oder zarterer Beschaffenheit, welches einer Zellhaut entspricht. Mit dieser Hautschicht stehen Gebilde im engen Zusammenhange, die entweder directe Fortsätze derselben oder Verlängerungen der unterliegenden contractilen Rindenschicht des Körpers sind und die verschiedenartigsten Gestaltveränderungen vornehmen können. Die einfachste Form dieser letzteren Bildung sind strahlige Fortsätze (Pseudopodien); als Hautanhängsel dagegen erscheinen unbewegliche Haare, steife Borsten oder weiche Härchen; ferner bewegliche Haarbildungen (Wimperhaare, Cilien, Geißeln) und den Nesselzellen höherer Thiere ähnliche stäbchenförmige Körperchen. Aus der weichen Hautschicht entwickelt sich nach und nach eine Schalen- oder Gehäusebildung aus Kalk- oder Kieselverbindungen. Diese Gehäuse erscheinen bei vielen Infusorien als gerade, urnen- oder becherförmige, meist an andere Gegenstände befestigte Bildungen, an deren Grund das Thier befestigt und sich heraus- und hineinzubewegen im Stande ist. — Bei den niedersten Pflanzenthieren (Schwämmen) dient die äußere Zellschicht oder das Ectoderm als Körperbedeckung. Bei den Quallen sondert sich meist vom Ectoderm eine Zellenschicht, die als Oberhaut bezeichnet wird und häufig mit ruderartigen Wimpern und Tentakeln besetzt ist. Charakteristisch für die Hautdecke der Nesseltiere sind die „Nesselzellen", d. s. derbe in Zellen entstehende und mit Gift gefüllte Kapseln, in deren Innern ein elastischer, spiralig eingerollter Faden mit feinen nach rückwärts gerichteten Häkchen verborgen liegt und hervorschnellen kann. — Das Hautorgan der Würmer stellt durch Verbindung mit der Körpermuskulatur einen Hautmuskelschlauch vor, der bei niederen Würmern gegen die Körpersubstanz keine deutliche Grenze hat. Die äußere Oberfläche dieses Schlauches ist mit einer Oberhaut versehen, welche sich durch Absonderung an einzelnen Hautabschnitten bei Ringel- und Rundwürmern derart verdickt, daß sie an das Hautskelet der Gliederthiere erinnert. Die mit dem Körper fest-

verbundenen Gehäuse der Moosthiere besitzen bald eine gallertartige Weichheit, bald durch Kalkeinlagerung eine bedeutende Härte. Die Mantelthiere besitzen als Körperhülle den meist glasartig durchscheinenden „Mantel", welcher bei größerer Härte auch als Stützorgan dient. — Durch Ablagerung von Kalk in Gestalt einzelner Körperchen oder größerer Platten in die mit der Muskulatur verbundene Hautschicht „Perisom" der Stachelhäuter entsteht ein mehr oder weniger festes Hautskelet, welches bei einigen Seesternen, Seeigeln mit Stacheln und klappenartigen Greiforganen „Pedicellarien" besetzt ist. — Die Körperbedeckungen der Gliederthiere bestehen aus einer chitinhaltigen, hornigen, äußeren Schicht und aus einer unterliegenden weichen Bildungsschicht Matrix. Die Festigkeit dieses Chitinpanzers, welcher bei vielen Krustenthieren durch Ablagerung von Kalksalzen beträchtlich dick und fest wird, ist bei den Spinnen und den meisten Insektenlarven sehr gering, dagegen bei Scorpionen, Käfern und Tausendfüßern nicht unbedeutend. Als Fortsätze des Panzers erscheinen Stacheln, Borsten, Schuppen der Schmetterlinge oder haarähnliche Bildungen der mannigfachsten Form. Auch mantelartig den Körper umhüllende verkalkte Schalenbildungen werden angetroffen bei manchen Ringelwürmern, Muschelkrebsen und Mantelfüßern. Hautdrüsen finden sich selten bei den Krustenthieren, häufiger bei den Insekten. Die wachsabsondernden Apparate mancher Insekten Pflanzenläuse, Bienen, Hummeln sind als umgewandelte Hautdrüsen zu betrachten, ebenso die Spinndrüsen der Spinnen, deren Absonderung an der Luft erstarrend das Gewebe der Spinne bildet. — Die Weichthiere haben im Allgemeinen eine weiche Haut als Körperbedeckung, an welcher sich meist zwei Schichten, eine Oberhaut und eine Lederhaut, unterscheiden lassen, die aber in der Regel so innig mit der darunter liegenden Muskulatur verwebt ist, daß eine Art von Hautmuskelschlauch entsteht, der mit einem mehr oder weniger starren Gehäuse verwachsen kann. Eine doppelte vom Körper sich erhebende Hautfalte, die als Mantel bezeichnet wird, steht in enger Beziehung zur Schalenbildung.

Die Körperhülle aller **Wirbelthiere** wird von einer besonderen, von den unterliegenden Theilen deutlich geschiedenen Haut dargestellt, welche in zwei scharf markirte Schichten, in die Leder- und Oberhaut, zerfällt. Die Epidermis, wie bei dem Menschen stets aus mehreren Zellenschichten bestehend, ist bei den im Wasser lebenden Wirbelthieren (Fischen und Amphibien) von weicher und gallertartiger Beschaffenheit, unterliegt in ihren oberen Schichten bei den Reptilien einem Verhornungsprocess und bildet durch theilweise Verhornung bei Vögeln und Säugethieren Hornscheiden der Schnabel, Nägel und Krallen, Klauen und Hufe. Auch die Lederhaut nimmt an diesen Bildungen Antheil. Sehr entwickelt ist die Verhornung der Oberhaut bei den Schildkröten, Gürteltbieren, dem Rhinoceros. Als Bildungen der Lederhautpapillen sind anzusehen: die Schuppen der Fische und Eidechsen, welche in taschenartigen Vertiefungen der Lederhaut entstehen. Eigenthümliche nur den Vögeln und Säugethieren zukommende Bildungen der Haut sind Federn und Haare, von denen die ersteren auf höckerförmigen Vorsprungen der Haut, die letzteren in sackförmigen Einstülpungen der Oberhaut in die Lederhaut, von einer gefäßreichen Papille gebildet werden. Drüsen werden in der Haut in verschiedener Verbreitung angetroffen; am wenigsten entwickelt sind solche bei den Fischen, ausgebildeter bei Amphibien, in geringerem Grade verbreitet bei Reptilien und Vögeln; letztere besitzen die, namentlich bei Schwimmvögeln sehr ausgebildete Bürzeldrüse, welche über dem Steißbeine liegt und eine fettige, zum Einölen der Federn dienende Absonderung liefert. Erst bei den Säugethieren lassen sich Schweiß- und Talgdrüsen unterscheiden, welche letztere in der Regel mit den Haarbälgen verbunden sind und bei manchen Thieren eigenthümliche Absonderungen liefern Zibeth-, Moschus- und Bibergeildrüse.

---

## C. Verstandesapparate des menschlichen Körpers.

Der Mensch ist nicht blos ein lebendiges, sondern auch ein geistig thätiges, verständiges und vernünftiges Wesen. Um Beides sein zu können, bedarf er ebensowohl eines Apparates für das Leben (d. i. das Vermögen seine Form und Mischung trotz fortwährender Veränderung der kleinsten stofflichen Theilchen, die ihn zusammensetzen, zu erhalten), wie auch eines solchen für den Verstand, Geist (d. i. die Arbeit des Gehirns und der Inbegriff dessen, was im Menschen vorstellt, denkt, fühlt, weiß, will und handelt). Von dem Zustande dieser Apparate hängt natürlich der Zustand des Lebens und Verstandes ab; der Verstand wird, wie sich von selbst versteht, nicht ohne Leben im menschlichen Körper existiren können, wohl aber kann der menschliche Körper leben, ohne Verstand (Geist zu haben. Im letztern

Falle vegetirt der Mensch lediglich gleich einer Pflanze (einem lebenden organischen Körper ohne Verstandesorgan).

Der Lebensapparat besteht aus einer Anzahl von Organen, von denen ein jedes einem besondern Zwecke dient, alle zusammen aber die Unterhaltung des Stoffwechsels (der Vegetation, Ernährung) besorgen. Diese Organe sind: die Verdauungs-, Athmungs-, Blutlaufs-, Blutbildungs- und Blutreinigungs-Organe; also hauptsächlich: Magen und Darmkanal, Lungen, Herz und Adern, Lymphdrüsen und Milz, Haut, Leber und Nieren. — Zum Verstandesapparate gehören dagegen das Gehirn mit seinen Empfindungs- und Bewegungsnerven, die Sinnes- und Sprachorgane, sowie die willkürlichen Muskeln. Diese Verstandesorgane bedürfen natürlich, wenn sie gehörig thätig sein sollen, ebenso gut, wie die vegetativen Organe, einer richtigen Ernährung. Diese kann aber nur dann eine richtige sein, wenn beim nöthigen Wechsel zwischen Thätigsein und Ruhen dieser Organe in denselben immerfort neue Organsubstanz angebildet und die alte abgebrauchte weggeführt wird. Dies besorgt nun das Blut, welches fortwährend alle die Materien, welche die verschiedenen Körpertheile zusammensetzen, durch die Nahrung mit Hülfe des Verdauungsapparates zugeführt bekommt, die alten abgestorbenen Organtheilchen (Gewebsschlacken) aber durch Lunge, Leber, Haut und Nieren ausscheidet. Um sich aber mausern, verjüngen und reinigen, den Körper also ernähren zu können, muß das Blut immerfort durch alle Theile des Körpers hindurchströmen (d. i. der Blutumlauf) und durchaus ununterbrochen Sauerstoff (Lebensluft) aus der atmosphärischen Luft aufnehmen. Dem letztern Zwecke dienen die Lungen, dem erstern das Herz und die Blutröhren. — Wer also gute Lebens- und Verstandesapparate haben will, muß für ordentliche Ernährung, Thätigkeit und Ruhe derselben Sorge tragen.

Die Lebens- und Verstandesapparate sind nun aber, selbst wenn sie ihre naturgemäße Zusammensetzung und Form haben, nicht etwa aus eigenem Antriebe thätig, sondern sie bedürfen einestheils der Anregung zum Thätigsein, anderntheils der Speisung zum fernern Fortbestehen ihrer Thätigkeit, sonach der Zufuhr von Erregungs- und Erhaltungsmitteln. Für die Thätigkeit der Lebensorgane (und insofern als durch diese der Verstandesapparat ernährt wird, auch für das Bestehen der Verstandesorgane) sind die sogen. Lebensbedingungen und Lebensreize, wie Wasser, Nahrung, Luft, Wärme und Licht, unentbehrlich; dagegen braucht der Verstandesapparat, wenn er den Verstand entwickeln soll, noch eine besondere Verstandesnahrung und diese besteht in den Eindrücken, welche die Außenwelt und unser eigenes Ich mit Hülfe zuleitender Nervenröhren auf unser Gehirn ausüben. — Daß Jemand nicht leben kann, dem Speise und Trank, Luft und Wärme entzogen werden, weiß jedes Kind; daß aber der Verstand sich nicht entwickeln kann, wenn dem Gehirne nicht die gehörige Verstandesspeise (durch Schrift und Wort, durch Vorbilder zur Nachahmung, durch Naturkörper und Naturerscheinungen) zugeführt wird, wollen viele noch immer nicht einsehen. — Nach der Art der Anregung und Speisung muß natürlich die Thätigkeit im Lebens- wie Verstandesapparate verschieden vor sich gehen. Widernatürliche Reizung und Speisung des Lebensapparates ruft Unordnung in den Lebenserscheinungen (Krankheit) hervor; ungeeignete und mangelhafte Eindrücke

auf den Verstandesapparat erzeugen Unverstand. Es ist das größte Unglück der Jetztzeit, daß viele Eltern und Erzieher dem Aberglauben huldigen, daß der Verstand angeboren und daß er mit den Jahren schon von selbst kommen werde. Die Folge davon ist, daß sie es dem Zufalle überlassen, ob die oder jene Verstandesspeise dem Gehirne ihrer Pfleglinge zugeführt wird, während sie doch durch die richtige Wahl derselben einen gesunden Verstand zu bilden im Stande wären.

Die Lebens- wie Verstandesnahrung wird nicht sofort und unmittelbar in den Mittelpunkt des Lebens- und Verstandesapparates (also in das Blut und Gehirn) eingeführt, sondern durch röhrenförmige Zubringer (Lymphgefäße und Nervenröhren) dahin gebracht. Die wichtigsten Zubringer der Lebens- wie Verstandesspeise, und das sind die, welche von der Außenwelt die Nahrung beziehen, besitzen ganz besondere Aufnahmeapparate. Zur Aufnahme der Lebensnahrung dienen: der Verdauungs- und Athmungsapparat, zum Aufnehmen der Verstandesnahrung: die Sinnesorgane. Von den ersteren wird dann die Nahrung aus dem Verdauungsapparate durch die Milchsaftgefäße und aus den Lungenbläschen in das Blut, von den letzteren durch die Sinnesnerven zum Gehirn geschafft. Aus unserm eigenen Körper, und zwar von allen Theilen desselben her, bringen die Saugadern Lebensspeise, die Empfindungsnerven dagegen Verstandesnahrung zum Lebens- und Verstandescentrum, nämlich Lymphe in das Blut und Eigengefühle zum Gehirn. — Hiernach reicht es also nicht hin, um zu leben und verständig zu sein, nur gute Lebens- und Verstandesapparate zu besitzen, sowie richtige Nahrung für dieselben zu beschaffen; es müssen durchaus auch die die Nahrung aufnehmenden und in's Blut und Gehirn führenden Apparate in der gehörigen Ordnung sein. Bei Krankheiten des Verdauungs- und Athmungsapparates wird das Leben, bei Störungen in den Sinnesorganen der Verstand mehr oder minder benachtheiligt werden. Taube und Blinde können niemals den Verstand wie Solche, die Herr aller ihrer Sinne sind, erreichen (obgleich hier eine sorgfältige Erziehung sehr viel leisten kann, wie der merkwürdige Fall von Laura Bridgman beweist); ebenso werden Lungen- und Magenkranke stets am körperlichen Wohlsein herunterkommen.

Was nun von Nahrung durch die Zubringer in den Mittelpunkt des Lebens- und Verstandesapparates geschafft wurde, wird hier zum weitern Verbrauche (der in Erhaltung des Lebens und Bildung des Verstandes besteht) erst noch verarbeitet und dies geschieht in beiden Apparaten mit Hülfe von bestimmten chemischen Materien und Zellen. So wird der Lebens- oder leibliche Speisesaft im Blute durch den eingeathmeten Sauerstoff mit Betheiligung der Blutkörperchen zur Gewebsbildung vorgerichtet, während im Gehirne die Gefühls- und Sinneseindrücke durch die Hirnzellen zu Vorstellungen, Begriffen,

Urtheilen und Schlüssen, also zu Gedanken verarbeitet werden. Dieses Verarbeiten der Lebens- wie Verstandesnahrung geschieht aber um so leichter und besser, je reger das Zellenleben der Blutkörperchen und Hirnzellen vor sich geht. Für das Blut würde in dieser Beziehung Alles, was die Ernährung und Circulation desselben recht flott und regelrecht erhält, vom größten Vortheil sein (besonders zweckmäßige Nahrung und Bewegung); für das Gehirn dagegen ist natürlich stets, neben guter Ernährung und dem Thätigsein gehörig angepaßter Ruhe, eine wohlgeordnete Uebung, wie sie eine zeitgemäße Erziehung vorschreibt, unentbehrlich. Daß die allermeisten Menschen noch nicht so verständig sind, als sie sein könnten und sollten, liegt zum großen Theil daran, daß man die Verarbeitung der Verstandesnahrung im Gehirn viel zu viel dem Einzelnen selbst und dem Zufalle überläßt, während eigentlich doch jeder Mensch von seiner ersten Kindheit an von Seiten vernünftiger Erzieher ebensowohl eine gesunde Verstandesspeise, wie die richtige Anleitung zur Verarbeitung derselben erhalten müßte. Sollte dies einstens noch einmal geschehen, woran wohl nicht zu zweifeln ist, dann wird man sicherlich nicht so viel dumme und schlechte Menschen auf unserer schönen Erde finden, als jetzt. Ebenso werden einst auch nicht mehr solche Unmassen von Kranken und Krüppeln existiren können, wenn in Haus und Schule die Lebens- und Gesundheits-Gesetze gehörig gelehrt und dann gekannt, auch besser befolgt werden, als zur Zeit.

Nach der Verarbeitung der Lebensnahrung im Blute und der Verstandesspeise im Gehirne werden dann beide zu ihrem bestimmten Zwecke verwendet, nämlich zur Unterhaltung des Lebens und zum verständigen Thun. Die erstere wird mit dem Blutstrome durch die Blutröhren nach allen Theilen, Organen und Geweben unseres Körpers geschafft, dringt hier theilweise durch die äußerst dünnen Wände der feinsten Haargefäßchen hindurch, verläßt also das Blut und wird nun innerhalb unserer Körpersubstanz zur Ernährung (zum Stoffwechsel, Leben) derselben verbraucht, was mit Hülfe der Zellen-Vermehrung (s. S. 77 geschieht. Der Wille des Menschen hat hierauf keinen directen Einfluß, wohl aber kann jeder durch sein Verhalten diesen Stoffwechsel bei seinem Vorsichgehen ebenso fördern wie stören. Die zu Gedanken verarbeitete Verstandsspeise wird durch Nervenröhren nach Bewegungsapparaten geleitet, welche dadurch, und zwar nach unserm Willen, in Thätigkeit versetzt werden und auf diese Weise verständiges Handeln veranlassen können. Zu diesen Apparaten gehört der Stimm- und Sprachapparat, wie überhaupt das willkürliche Muskelsystem, zumal der Muskelapparat der Hand und des Armes.

Es versteht sich übrigens wohl von selbst, daß nach der besseren oder schlechteren Verarbeitung der Verstandesspeise im Gehirne auch das daraus hervorgehende Handeln ein mehr oder weniger verständiges sein

wird. Ebenso muß ganz natürlich der Zustand des den Verstand offenbarenden Bewegungsorgans (an den Enden der mit dem Gehirne im Zusammenhange stehenden Nervenfasern) Einfluß darauf äußern. So könnte z. B. auch der Verständigste nicht durch die Rede wirken, wenn sein Sprachapparat mangelhaft wäre, während er durch die Schrift Großes zu leisten im Stande ist u. dergl.

Was folgt nun aus diesem Vergleiche des Lebens- mit dem Verstandesprocesse? Es folgt daraus, daß, wer ein gesundes Leben und einen richtigen Verstand haben will, zuvörderst die Apparate seines Körpers, welche dem einen oder dem andern dieser Zwecke dienen, den Naturgesetzen gemäß behandeln, also richtig ernähren, in passender Abwechselung thätig sein und ordentlich ruhen lassen muß; daß er ihnen ferner die passenden Erregungs- und Speisemittel zuführen und deren Verarbeitung im Lebens- und Verstandescentrum (Blut und Gehirn) zweckmäßig fördern muß; daß er schließlich den Austritt des durch die Verarbeitung dieser Mittel Geschaffenen aus dem Verarbeitungsorgane so viel als möglich erleichtern muß, damit sich das Leben und der Verstand recht ordentlich äußern können.

## I. Gehirn und Geist.

Die sogenannten „geistigen Thätigkeiten", die man alle zusammen auch wohl mit dem Namen „Geist" bezeichnet, bestehen: im Empfinden (Gefühl, Bewußtsein, Gemüth), im Denken (Verstand, Vernunft) und im Wollen (Wille). Alle diese Thätigkeiten kommen nur mit Hülfe eines ganz bestimmten Organs zu Stande und sind gewissermaßen die Arbeit dieses Organs. Dieses Organ ist aber das Gehirn (s. S. 167). — Jedes Geschöpf, welches ein Gehirn besitzt, hat durch dieses Organ die Fähigkeit, geistig thätig sein zu können und zwar, nach dem mehr oder weniger vollkommenen Baue des Gehirns, in höherem oder niederem Grade. Der Mensch, welcher durchaus nicht etwa das einzige geistige Geschöpf par excellence ist, hat, weil er eben das vollkommenste Gehirn besitzt, auch die Fähigkeit die zur Zeit höchste geistige Thätigkeit entwickeln zu können. Aber auch dem Thiere, wenn es ein gehirnähnliches Organ hat, kommt geistiges Vermögen zu, nur wegen seines unvollkommenern Hirnbaues in weit geringerem Grade als dem Menschen. Der Thiergeist unterscheidet sich nicht der Qualität, sondern nur der Quantität nach vom Menschengeist. Keine einzige geistige Thätigkeit kommt dem Menschen allein zu, nur die größere Stärke dieser Fähigkeiten und ihre zweckmäßige Vereinigung unter einander geben ihm seine geistige Ueberlegenheit über das Thier. Bei den Thieren nimmt mit dem mehr und mehr sich vereinfachenden Nervensystem auch die geistige Thätigkeit immer mehr ab, bis endlich die niedersten Thiere mit dem immer einfacher werdenden oder fehlen-

den Nervensystem sich immer mehr den Pflanzen nähern. Es ist Thatsache, daß durch die ganze Thierreihe hindurch bis hinauf zu dem Menschen sich eine stufenweise und jedesmal mit der geistigen Entwickelung genau correspondirende Entwickelung des Gehirns beziehentlich seiner Größe und Form findet. Bei den Fischen verhält sich das Gewicht des Gehirns zu dem des ganzen Körpers, d. i. das relative Hirngewicht, durchschnittlich wie 1 : 5668, bei den Reptilien wie 1 : 1321, bei den Vögeln wie 1 : 212, bei den Säugethieren wie 1 : 186, beim Menschen hingegen wie 1 : 35 bis 1 : 37. Wenn das absolute Hirngewicht bei einigen wenigen sehr großen Thieren (Elephant u. a.) das des Menschengehirns übertrifft, so liegt dies darin, daß wohl diejenigen Hirntheile, welche das Centrum für die zahlreicheren (dem größern Körper nöthigen) Bewegungs- und Empfindungsnerven bilden, überwiegen, nicht aber die der Denkfunction dienenden, welche bei keinem Thiere die menschlichen Größen- und Formverhältnisse erreichen. Ein Vergleich des relativen menschlichen Hirngewichts mit dem bei Thieren, die ein höheres absolutes Hirngewicht besitzen, läßt deutlich den Unterschied zu Gunsten des Menschen erkennen. So verhält sich z. B. das Hirngewicht des Elephanten zu dem Gewicht des ganzen Körpers wie 1 : 500, beim Wal sogar wie 1 : 3300. Ein größeres relatives Hirngewicht als beim Menschen kommt nur bei den Singvögeln (1 : 27), bei der Blaumeise (1 : 12), beim Sperling (1 : 27) und bei einigen niederen amerikanischen Affen (1 : 28 bis 1 : 13) vor. Diese Ausnahmen sind aber mit Sicherheit darauf zurückzuführen, daß der übrige Gesammtkörper so leicht ist. Auch beim menschlichen Weibe, welches im Durchschnitte schwächere Knochen und Muskeln als der Mann besitzt, ist infolge dieses geringern Körpergewichts das relative Hirngewicht etwas stärker als beim Manne (1 : 36 bis 1 : 37 beim Manne, 1 : 35 beim Weibe). In den einzelnen Altersstadien ist das relative Hirngewicht selbstverständlich ein sehr verschiedenes; während beim Neugebornen das Gewicht des Gehirns sich zu dem des Körpers etwa wie 1 : 6 verhält, ist dies Verhältniß im 2. Lebensjahre bereits 1 : 14, im 3. Jahre 1 : 18, und mit 15 bis 20 Jahren auf 1 : 24 angestiegen.

Die Stärke des Verstandes und Willens, des Bewußtseins und Gemüthes, kurz der höhere oder tiefere Grad der geistigen Kraft, und zwar ebenso beim Menschen wie beim Thiere, hängt, wie die Erfahrung beweist, von der vollkommeneren oder unvollkommeneren Entwickelung des Nervensystems, insonderheit des Gehirns, ab. Größe und Gewicht des Gehirns stehen stets im Verhältniß zum geistigen Vermögen, und ebenso richtet sich dieses nach der Beschaffenheit der Hirnmasse. Dies fällt sofort in die Augen, wenn man die große Verschiedenheit in der Ausbildung des Nervensystems bei den verschiedenen Thieren betrachtet und damit den Grad der vorhandenen Geistesthätigkeiten vergleicht. Im Allgemeinen läßt sich sagen, daß mit der höheren Stellung des Thieres die Sonderung der fadenartigen Nerven von den massiven Nervenmarkhaufen (Centraltheilen) immer

deutlicher hervortritt und daß das Gehirn eine um so größere Entwickelung im Vergleiche zur Körpermasse zeigt, je mehr sich die geistigen Fähigkeiten denen des Menschen nähern. Uebrigens giebt es in jeder Thierclasse, wie auch beim Menschen, Arten und Rassen mit entwickelterem und solche mit weniger entwickeltem Gehirn und darnach klügere und dumme Thiere in derselben Classe. Nicht alle Hunde, Affen, Pferde ꝛc. haben denselben Verstand; es giebt sehr kluge Hunde, aber auch sehr dumme. — Aber auch im Menschenreiche zeigt es sich ganz deutlich, wie abhängig der Grad der geistigen Kraft von der Beschaffenheit des Gehirns ist. So ändert sich mit dem wechselnden Gewicht und der Größe des Gehirns in den verschiedenen Lebensaltern auch das geistige Thun und Treiben des Menschen. Bei dem Kinde entwickelt sich der Geist nur allmählich in dem Maße, als sich das gallertartigweiche (zu Reflexbewegungen sehr geneigte) Gehirn, welches wasserreicher und fettärmer als bei Erwachsenen ist, festigt und vervollkommnet. Auch die Hirnoberfläche ist beim Kinde (höher stehender Rassen) nicht so windungsreich, als im reifern Alter und nähert sich dadurch dem Gehirn des Negers und Affen. Erst gegen das 7. Jahr ist die Consistenz des kindlichen Gehirns eine solche, daß es stärkere geistige Eindrücke ohne Nachtheil ertragen kann. Zwischen dem 20. und 30. Lebensjahre erreicht das Gehirn das Maximum seines Volumens, worauf es längere Zeit hindurch nahezu stationär bleibt; vom 50. Jahre an nimmt es dann, mit Ausnahme der Brücke, stetig wieder ab. Im Greisenalter wird das Gehirn kleiner, es schrumpft ein und es entstehen mit Wasser ausgefüllte Hohlräume zwischen den einzelnen schmäler gewordenen Hirnwindungen, die früher dicht an einander lagen (d. i. der Altershydrocephalus); seine Substanz wird zäher, schmutziggrauer und blutärmer; seine chemische Constitution nähert sich wieder derjenigen der jüngsten Lebensperiode. Dementsprechend nimmt mit zunehmendem Greisenalter die Intelligenz ab und alte Leute (auch die klügsten, wie der große Newton) werden geistig schwächer. Das weibliche Gehirn besitzt ein kleineres absolutes Gewicht als das männliche, welches im Mittel 134 Gramm schwerer ist. Dieser Unterschied, welcher bei hochgebildeten Völkern stärker hervortritt, fällt zu dem bei weitem größten Theile auf das große Gehirn, das Organ der höheren geistigen Thätigkeit, weniger oder gar nicht auf das kleine Gehirn, das Centralorgan der Bewegungen. Mit dem kleinen absoluten Hirngewicht des Weibes wird von Vielen die geschichtliche Thatsache in ursächlichen Zusammenhang gebracht, daß dem weiblichen Geschlechte im Großen und Ganzen die schöpferische Befähigung auf geistigem Gebiete abgehe. — Wie bei den verschiedenen Menschenrassen (s. S. 107) die geistigen Fähigkeiten dem Schädel- und Hirnbaue entsprechen, ist bekannt. So steht der Neger mit seinem kleinen, schmalen, affenähnlichen Schädel in seinem geistigen Wesen und Charakter dem Kinde nahe und tief unter dem Kaukasier. Den Eingeborenen von Neuholland, deren Entwilderung noch stets fehlschlug und bei welchen die höheren Theile des Gehirns sehr schwach entwickelt sind, geht alle intellectuelle und moralische Tüchtigkeit ab. — Bei allen Cretinen (welche vorzugsweise in tiefen und feuchten Thälern größerer Gebirgszüge leben, in ihrer äußeren Erscheinung, in ihrer geistigen Schwäche und körperlichen Mißgestaltung mehr einem thierischen als einem menschlichen Wesen gleichen und ein sehr verkümmertes Hirn besitzen), sowie bei angeborenem Blödsinn (Idiotismus) wiegt das Gehirn nur zwischen $^1/_2$ und 1 Kilogramm, während das ungefähre Normalgewicht desselben 1300—1500 Gramm beträgt. Regelwidrige Kleinheit des Gehirns (Mikrocephalie, s. S. 126), ist stets mit Geistesschwäche verbunden. — Von berühmten geistreichen Männern, deren Gehirn auffallend größer und schwerer als das Anderer gefunden wurde, nennt man Schiller, Dante, Byron, Gauß, Cuvier, Napoleon I., Cromwell u. a. Die europäischen Gehirne variiren (nach Tiedemann, Morton und Davis) im Gewicht von 1425—1245 Gramm herab, im Mittel haben sie ein Gewicht von 1328 Gramm;

die deutschen Gehirne wiegen 1425 Gramm, die englischen 1389 Gramm, die französischen 1353 Gramm, die rumänischen 1303 Gramm, die böhmischen 1245 Gramm. — Bei den meisten asiatischen Rassen beträgt das Mittel 1235 Gramm, bei den Chinesen 1357 Gramm. Die Negerrassen variiren im Allgemeinen von 1318—1249 Gramm. Die Gehirne der noch vollständig wilden Völkerstämme ergeben nur 1214 Gramm und bei den Australnegern und Tasmaniern blos 1185 Gramm. Natürlich lassen sich aber die geistigen Fähigkeiten nicht allein nach dem Hirngewicht beurtheilen. Hat es dem Besitzer eines großen Gehirns an genügender Ausbildung seiner Anlagen gefehlt, so kann er von einem Andern mit kleinerm Gehirn (geringeren Anlagen) überholt werden. Auch die Ausbildung der Hirnrinde, die Zahl der in ihr enthaltenen Ganglienzellen sowie der einzelnen Hirnwindungen kommen hier wesentlich in Betracht.

Es ist eine unbestrittene Thatsache, daß mit der Zunahme der grauen, vorzugsweise aus Ganglienzellen bestehenden Nervenmasse im Gehirn (s. S. 168) auch die Fähigkeiten zum geistigen Thätigsein sich steigern. Hauptsächlich scheint das peripherische oder Rindengrau des großen Gehirns (welches einen sehr complicirten Bau besitzt) der höheren geistigen Thätigkeit vorzustehen, denn wo dieses bei einem Individuum über das Centralgrau (im Streifen-, Seh- und Vierhügel) überwiegt, da herrschen die geistigen Vermögen vor, während da, wo das Centralgrau reichlicher vorhanden ist, die niederen, mehr körperlichen Functionen über die höheren Vermögen des Geistes hervorragen. Je höher ein Säugethier hinsichtlich seiner geistigen Fähigkeiten steht, desto mehr steigt relativ das Uebergewicht des Rindengrau der Hemisphären über das Centralgrau. Die Vermehrung des Rindengrau in dem in der beschränkten Schädelhöhle liegenden Gehirn ist aber dadurch ermöglicht, daß seine Schicht theils an Dicke zunimmt, theils sich über eine vergrößerte Hirnoberfläche ausbreitet. Letzteres kann, da das Gehirn sich in der Länge und Breite auszudehnen von der knöchernen Schädelkapsel verhindert ist, nur durch eine Faltung der äußeren Hirnschicht (wie bei einer Krause) zu Stande kommen. Und diese Faltung erzeugt nun die darmähnlichen durch Furchen von einander getrennten Windungen an der Oberfläche des großen Gehirns (s. Taf. V. S. 170). Daraus folgt, daß der Mechanismus der geistigen Thätigkeiten um so vollkommener und eine Thierspecies um so geistig höher stehend zu schätzen ist, je tiefer und zahlreicher die Hirnfurchen an der Hirnoberfläche, je geschlängelter, zahlreicher und gewölbter die Hirnwindungen, je unsymmetrischer und scheinbar regelloser ihr Bau und je dicker die graue Hirnrinde ist. Blödsinnige haben, wie auch viele Thiere, flache, sparsame und grobe Windungen, dagegen geistreiche Rassen, Völker und Personen zahlreiche und tiefe Hirnfurchen. So wurden die Windungen an den Gehirnen Beethoven's und des berühmten Mathematikers Gauß weit tiefer und zahlreicher als an anderen Gehirnen gefunden. Hat ein geistig mehr befähigtes Thier doch weniger Windungen, als ein geistig tiefer stehendes, dann ist bei

ersterem die graue Rindenschicht weit dicker als bei letzterem. So besitzt z. B. der mit großen geistigen Fähigkeiten begabte Hund weit weniger Windungen als das geistesarme Schaf, dafür ist aber bei ersterem die Rindenschicht von größerer Dicke, als bei letzterem.

Freilich ist der Satz, daß die Zahl und Ausbildung der Hirnwindungen*) und der zwischen diesen sich hinziehenden Furchen im Verhältniß zu den Geisteskräften eines Thieres steht, nur auf die Thiere einer und derselben Ordnung zu beschränken, weil jede Ordnung einen eigenthümlichen Typus mit einer den verschiedenen Species entsprechenden Stufenleiter besitzt. So haben Fuchs und Wolf unvollkommenere Windungen als der Hund, die Katze unvollkommenere als der Löwe, der Ochse und das Schaf unvollkommenere als das Pferd, der schwarze Mensch unvollkommenere als der weiße. — Die Wiederkäuer, welche in geistiger Hinsicht tiefer stehen als die Fleischfresser, sind mit mehr Centralgrau, letztere mit mehr Rindengrau versehen. Während beim Menschen, dessen Gehirn eine Vollkommenheit erreicht hat, wie sie sich in keinem andern Wesen der gegenwärtigen Entwickelungsperiode zeigt, das Centralgrau kaum 5% ausmacht, beträgt es beim Affen schon 8%, beim Hunde bereits 11%, bei der Katze, dem Pferde und dem Kalbe 13%, beim Schafe 14—15%. Das Gehirn des Orang-Outang und Schimpansen nähert sich hinsichtlich der Menge und Anordnung seiner Windungen und hinsichtlich des Gehaltes an Rindengrau am meisten dem des Menschen. — Das geistige Uebergewicht des Menschen über die Thiere hängt also von seinem großen Gehirne mit den zahlreichen Windungen und dem reichlichen Rindengrau ab. Beim Menschen läßt das Gehirn durch die starke Ausdehnung seiner Großhirn-Hemisphären hauptsächlich nach hinten eine mächtigere Ausbildung als beim Thiere wahrnehmen.

Richtig vor sich gehen kann die geistige oder Hirnthätigkeit natürlich nur dann, wenn das Geistesorgan, das Gehirn, in seiner Größe, in seinem Baue, seiner Zusammensetzung und seiner Ernährung keine Störungen erduldet. — Da unter den chemischen Bestandtheilen der Hirnmasse (s. S. 172) der an Fett und Alkalien gebundene Phosphor, sowie freie Phosphorsäure vorkommt, so muß Mangel desselben das Gehirn für seine Thätigkeit untauglich machen und es ist deshalb Moleschott's Ausspruch: „ohne Phosphor kein Gedanke" ganz richtig, denn das Denken ist eine Hirnarbeit und kann nur bei normalem Gehirne richtig vor sich gehen. Dasselbe gilt aber natürlich auch für jeden andern in der Hirnmasse vorkommenden Grundstoff.

Es verhält sich eben mit dem Gehirne durchaus nicht anders, als mit anderen Organen. Wie der Knochen, wenn ihm die Knochenerde fehlt, seinen Zweck nicht erfüllen kann (denn er ist dann zu weich und biegsam); wie der Muskel, wenn er nicht aus Faserstoff, sondern aus Fett gebildet ist, sich nicht zusammenziehen und Bewegungen veranlassen kann, ebenso ist die Geisteskraft

*) Die Thiergehirne zeigen sich also, nach dem Grade der geistigen Fähigkeiten der Thiere, an ihrer Oberfläche sehr verschieden. Es giebt Thiere: mit glatter Hirnoberfläche und Andeutung einer Sylvischen Grube (Fledermaus, Igel, Maulwurf, Ratte, Eichhorn), mit Hirn ohne Windungen, aber mit Längeneindrücken und schärfer ausgeprägter Sylvischer Grube (Murmeltier, Stachelschwein, Hase, Kaninchen), mit Hirn mit 4 deutlichen aber einfachen ringförmigen Urwindungen (Fuchs, Wolf, Hund), mit 4 einfachen Urwindungen und mehrfachen Nebenwindungen (Katze, Löwe, Panther), mit tiefer Sylvischer Grube, geschlangelten Urwindungen und vielfachen Spaltungen derselben (Affe, endlich Mensch).

gestört, wenn der Hirnmasse einer ihrer wesentlichen Bestandtheile fehlt. — Natürlich treten aber auch Störungen im Denken, Fühlen und Wollen ein, wenn Hirnzellen und Hirnfäserchen, besonders wenn die graue Hirnmasse durch einen Krankheitsproceß (z. B. Blutaustritt bei Schlagflusse) gedrückt, erweicht oder überhaupt zerstört werden. Daß bisweilen krankhafte Veränderungen im Gehirne der geistigen Kraft keinen Nachtheil bringen, ist nur dadurch zu erklären, daß die Entartung auf eine Hemisphäre ausschließlich beschränkt war und die andere Hälfte nun für die kranke stellvertretend fungirte. — Ganz besonders ist zur Aufrechterhaltung der normalen Verrichtungen des Gehirns ein rascher Stoffwechsel mit Hülfe guten, sauerstoffreichen Blutes unentbehrlich; wesentlich erleichtert wird derselbe durch den außerordentlichen Reichthum der Hirnsubstanz an feinsten blutführenden Haargefäßchen. Veränderungen in der Menge und Beschaffenheit des Hirnblutes rufen sehr leicht und schnell bedeutende Störungen in der Hirnthätigkeit hervor, zumal wenn diese Veränderungen sich rasch entwickelten. — Mit der richtigen Ernährung des Gehirns steht der Schlaf in inniger Beziehung. Denn da das Gehirn während des Wachens immerfort Eindrücke durch die Sinnes- und Empfindungsnerven erhält und bei diesem fortwährenden Gereiztwerden und daraus folgenden Thätigsein sich nach und nach in seiner Masse abnutzt, dadurch allmählich aber zum Arbeiten immer untauglicher wird, so tritt endlich ein Zustand der Ermüdung und Unthätigkeit ein, während welcher die Gehirnsubstanz sich aus der Ernährungsflüssigkeit restaurirt und von ihren abgenutzten Bestandtheilen befreit wird, und dieser Zustand ist der Schlaf. Ueber denselben soll weiter unten ausführlich die Rede sein.

Das Gehirn hat nun zwar in sich die Fähigkeit geistig thätig sein zu können, allein diese geistige Thätigkeit muß in ihm durchaus erst angeregt werden. Eine solche Anregung kommt aber nur durch die Eindrücke auf das Gehirn zu Stande, welche von der Außenwelt durch die Sinnesorgane und Sinnesnerven, aus unserm eigenen Körper durch die Empfindungsnerven in das Gehirn hinein geschafft werden. Durch der Sinne Pforten zieht der Geist in unsern Körper (in's Gehirn) ein, und die Entwickelung der Sinne ist somit die Grundlage für die Entwickelung des Geistes.

Menschen, die man gleich nach der Geburt soviel als möglich den Eindrücken auf die höheren Sinne entzog (z. B. Caspar Hauser), blieben so lange geistlos, bis in ihrem Gehirne durch Auge und Ohr die geistige Thätigkeit angefacht wurde. Menschen, die von Jugend auf taub und auch blind sind, können trotz eines gesunden Gehirns doch nie denselben Menschengeist bekommen wie die Vollsinnigen. Und wollte man Menschen von ihrer Geburt an nur mit Thieren umgehen lassen, so würden sie, natürlich nur so weit es ihre körperliche Einrichtung gestattet, sich nur thierische Manieren und thierischen Geist aneignen. Es bewiesen dies Fälle, wo Kinder unter Thieren aufwuchsen; solche verwilderte Individuen oder Thiermenschen konnten nicht sprechen, sie unterschieden nicht Recht und Unrecht, von Vernunft war keine Spur vorhanden; sie übertrafen sogar in körperlicher Gewandtheit die meisten Thiere. So holte das wilde Mädchen, welches 1731 in der Champagne gefangen wurde, selbst nachdem sie ein Jahr in einem Kloster zugebracht, einen Hasen auf freiem Felde ein und sog ihm das Blut aus. Der wilde Knabe, welcher 1847 in Ostindien in Gesellschaft von Wölfen gefangen wurde, verweigerte Kleidung und gekochte Nahrung, nahm nur rohes Fleisch, heulte und biß um sich, lächelte und lachte nie, lief auf Händen und Füßen. — Da nun beim Vorhandensein gesunder Sinne von Geburt an ganz unwillkürliche Eindrücke auf das Gehirn durch die Sinnes- und Empfindungsnerven stattfinden, so wird natürlich auch

Hirnthätigkeit von Geburt an bestehen. Jedoch richtet sich dieselbe ganz nach der Art der Eindrücke und steigert sich und vervollkommnet sich nur ganz allmählich durch die Gewöhnung (Erziehung). Durch das verschiedene Einwirken verschiedener Eindrücke kann die Hirnthätigkeit (der Geist), ebenso beim Thiere wie beim Menschen, ganz verschieden ausgebildet werden. Man kann den Menschen in Folge dieser Bildungsfähigkeit seines Gehirns durch Gewöhnung (d. i. die öftere Wiederholung derselben Eindrücke) ebenso leicht zum Guten wie zum Bösen erziehen.

Die Vernunft wird aber durch die Ausbildung der Sinne und gleichzeitige Erziehung nicht in jedem einzelnen Kinde jedesmal auf's Neue erzeugt, sondern sie ist in der Anlage, als ein entwickelungsfähiger Keim, angeboren oder richtiger ererbt. Dieser Keim entwickelt sich, wenn er durch die Sinne und die Erziehung genährt wird; er verkümmert dagegen, wenn ihm die Pflege fehlt. Ursprünglich stammen aber alle geistigen Fähigkeiten aus sinnlichen Wahrnehmungen. Wenn wir mit Darwin annehmen, daß sich das Menschengeschlecht allmählich durch natürliche Zuchtwahl aus der Thierwelt entwickelt hat (s. S. 15), dann müssen auch die geistigen Fähigkeiten des Menschen in der Thierwelt ihre Vorstufen finden. Die zur Zeit angeborenen geistigen Vermögen wurden von unseren Vorfahren innerhalb außerordentlich langer Zeiträume mit Hülfe der Sinne erworben und durch Vererbung befestigt.*)

Das Gesetz der Vererbung (s. S. 24), dessen Wirksamkeit auf körperlichem Gebiete (Aehnlichkeit der Kinder mit den Eltern, Erblichkeit von Krankheitsanlagen) allbekannt ist, gilt ebenso auf geistigem Gebiete. Ebenso wie besondere Charakterzüge des Menschen streng

*) Ebenso wie die Geistesfähigkeiten beim Menschen stufenweise durch fortschreitende Anpassung des Gehirns erworben und durch dauernde Vererbung befestigt wurden, so sind auch die Instinkte der Thiere, welche nur quantitativ, nicht qualitativ von jenen verschieden sind, durch stufenweise Vervollkommnung ihres Seelenorgans, des Gehirns, durch Wechselwirkung der Anpassung und Vererbung entstanden. Die Instinkte werden bekanntermaßen vererbt; allein auch die Erfahrungen, also neue Anpassungen der Thierseele, werden vererbt; und die Abrichtung der Hausthiere zu verschiedenen Seelenthätigkeiten, welche die wilden Thiere nicht im Stande sind auszuführen, beruht auf der Möglichkeit der Seelenanpassung. Wir kennen jetzt schon eine Reihe von Beispielen, in denen solche Anpassungen, nachdem sie erblich durch eine Reihe von Generationen sich übertragen hatten, schließlich als angeborene Instinkte erschienen, und doch waren sie von den Voreltern der Thiere erst erworben. Hier ist die Dressur durch Vererbung in Instinkt übergegangen. Die charakteristischen Instinkte der Jagdhunde, Schäferhunde und anderer Hausthiere, welche sie mit auf die Welt bringen, sind ebenso wie die Naturinstinkte der wilden Thiere von ihren Voreltern erst durch Anpassung erworben worden. Sie sind in dieser Beziehung den angeblichen „Erkenntnissen a priori" des Menschen zu vergleichen, die ursprünglich von unseren uralten Vorfahren (gleich allen anderen Erkenntnissen) „a posteriori" durch sinnliche Erfahrung erworben wurden. Offenbar sind die „Erkenntnisse a priori" erst durch lange andauernde Vererbung von erworbenen Gehirnanpassungen aus ursprünglich empirischen „Erkenntnissen a posteriori" entstanden.

vererbt werden, ebenso werden vielfach auch die krankhaften Aeußerungen der Seelenthätigkeit (Geisteskrankheit) vererbt. Eine reiche Anzahl von Beispielen für die Vererbung der körperlichen und geistigen Eigenschaften findet sich in der Geschichte der einzelnen Dynastien.

Als Endglied einer langen Ahnenreihe, in welcher die verschiedensten Charaktere vorgekommen sind, besitzt auch jeder Mensch die Anlage zu allen Trieben; nur ist die Anlage des einen Triebes stärker entwickelt wie die andere. Es leuchtet aber ein, daß jeder Trieb durch häufige Erregung gekräftigt und durch Mangel an Erregung mehr oder weniger geschwächt wird. Kann nun auch eine Charakteranlage durch einen einmaligen Vorsatz nicht geändert werden, so besteht doch die Möglichkeit, durch die häufigere Erregung der guten und durch das Unterdrücken der schlechten Triebe, durch die Gewohnheit an bestimmte Handlungsweisen eine Aenderung des Stärkeverhältnisses der Charakteranlagen unter einander hervorzubringen. Hierauf beruht die weit über das gemeinhin Geglaubte gehende Macht der Erziehung und Selbsterziehung, den Charakter nach bewußten Grundsätzen zu modificiren und die Abstammungslehre eröffnet durch die Vererbung und Häufung der durch Erziehung und Selbstzucht erzielten Abweichungen des Charakters, die Aussicht auf eine fortschreitende Veredelung des menschlichen Charakters.

Die geistige (psychische) Thätigkeit des Gehirns, also das Bewußtwerden von Gefühlen, das Denken und Wollen läßt sich in ähnlicher Weise wie die Thätigkeit im übrigen Nervensysteme als eine centripetale, centrale und centrifugale unterscheiden (s. S. 162). Auch sie kann nur bei normaler Reizbarkeit der Hirnsubstanz, bei passender Reizung und gesundem Zustande der zugehörigen Organe zu Stande kommen und ordentlich vor sich gehen. Ueberhaupt finden alle im Nervensystem existirenden Gesetze (s. S. 165), besonders das des Reflexes und der Gewohnheit, auch auf das Gehirn ihre Anwendung. — Die **Organe**, welche dem Gehirne durchaus zum Arbeiten unentbehrlich sind, dienen entweder der centripetalen Thätigkeit des Gehirns und sind die Sinnes- und Empfindungsorgane mit ihren (sensuellen und sensitiven) Nerven oder sie gehören der centrifugalen Hirnthätigkeit an und sind Bewegungsapparate (besonders der Sprachapparat) mit Bewegungsnerven. — Die centripetale Action vermittelt lediglich das Gefühl und besteht im Wahrnehmen der durch die Sinnes- und Empfindungsnerven zugeleiteten Reizungen, sonach im Bewußtwerden Desjenigen, was mit uns von außen und innen vorgeht, was in uns hineingeht. — Bewußtsein ist nichts Anderes als die Fähigkeit, die Verhältnisse der Dinge (der Außenwelt und unseres eigenen Innern) in uns zu empfinden; Uebung der Sinne, geübteres Denken und richtigere Erkenntniß heben das Bewußtsein. — Die centrale Action, die nur in uns vor sich geht, besteht in Verarbeitung

der empfangenen Sinnes- und Empfindungseindrücke zu Vorstellungen und in Verwendung dieser letzteren zur Bildung von Begriffen, Urtheilen und Schlüssen (d. i. Denken). — Die centrifugale (wollende) Action vermittelt das Begehren, Streben, Wollen (was aus uns herausgeht) und vermag die willkürlichen Bewegungsapparate in Thätigkeit zu setzen. Von der centripetalen Action können Ueberstrahlungen entweder sofort auf die centrifugale Action stattfinden oder erst mittelst der centralen Action dahin geleitet werden. Umgekehrt kann auch die centrifugale auf die centrale und centripetale Action einwirken. So wird eine Vorstellung, je intensiver der Wille auf sie einwirkt, um so ausgeprägter und dauernder. — Das Selbstbewußtsein ist das Product der Vorstellungs-, Denk- und Willensthätigkeit, indem diese unsern Geist selbst zum Objecte des Denkens machen. — Dauernde und fieberlose Abnormität dieser Hirnactionen pflegt man eine Geistes- oder Seelenstörung zu nennen; sie kann entweder in widernatürlicher Steigerung oder in Schwächung und Lähmung der Gefühls-, Vorstellungs- und Willensthätigkeit beruhen und darnach als Wahnsinn oder Melancholie, Verrücktheit oder Blödsinn, Tollheit oder Willenlosigkeit in die Erscheinung treten. Bald vorübergehende und fieberhafte psychische Störungen werden dagegen als Phantasiren, Irrereden oder Deliriren bezeichnet.

Unsern geistigen Reichthum erhalten wir ausschließlich durch die centripetale Action, durch das **Empfinden** d. h. durch das Wahrnehmen von Empfindungs- und Sinneseindrücken, denn dieses liefert das Material, aus welchem die Vorstellungen hervorgehen. Mit Recht läßt sich deshalb sagen: durch der Sinne Pforten zieht der Geist in unsern Körper (in das Gehirn) ein; die Sinnes- und Empfindungsnerven sind aber die Zubringer der geistigen Nahrung. Darum beruht auch die richtige Geistesbildung auf Uebung und zweckmäßigem Gebrauche der Sinne, und erst mit dem allmählichen Erwachen der Sinne beim Kinde kann sich nach und nach auch der Geist (Verstand) in demselben ausbilden, und zwar um so besser, je besser die Sinnesorgane eingerichtet und je sorgfältiger Sinnesübungen vorgenommen werden, dagegen um so schwächer, je geringer die Sinnesorgane entwickelt sind und die Sinnesthätigkeit geübt wird. Der dem Gehirne mitgetheilte Eindruck einer Reizung durch die Sinnes- und Empfindungsnerven (das sogen. Hirnbild) schwindet nun aber im Gehirne nicht so schnell wieder, wie dies mit seiner erregenden Ursache der Fall ist, sondern es bleibt ein Nachempfinden (Nachklingen) davon zurück, welches allmählich schwächer (vergessen) wird und endlich ganz aufhört. Durch Vorstellen läßt sich jedoch ein solcher Eindruck im Gehirne wiedererzeugen, ohne daß er von außen veranlaßt wird, und dies ist besonders dann möglich, wenn derselbe Eindruck öfters geschah (nach dem Gesetze der Gewöhnung); man erinnert sich dann dessen (leichter oder schwerer) wieder, ruft ihn in's Gedächtniß zurück. Mit der Bildung des Verstandes (mit der Vervollkommnung unseres geistigen Ichs) ändert sich natürlich auch die Fähigkeit, Sinneseindrücke wahrzunehmen und zu verarbeiten; ein Kluger empfindet deshalb anders als ein Dummer, ein Kind anders als ein Erwachsener. Denn während derartige Eindrücke bei Kindern und Unverständigen rein äußerliche (sinnliche, körperliche) und beschränkte bleiben und nicht lange nachklingen, erregen sie bei Erwachsenen und Verständigen, nach dem Grade des Verstandes derselben, Gedanken und Bestrebungen der verschiedensten Art und Dauer; sie

erzeugen dadurch das **Gemüth** und den Charakter (d. i. die durch Vorstellungen angewöhnte Art und Weise zu fühlen, seine Gefühle zu äußern und seine Handlungen zu bestimmen). Manche verstehen unter Gemüth die Neigung, sich für das Wohl und Wehe anderer Menschen lebhaft zu interessiren; Andere halten es für eine Disposition, vermöge welcher ein Individuum gern und dauernd bei Vorstellungen der Lust oder Unlust verweilt und solche zu Objecten des Denkens und Handelns macht. Abhängig ist das Gefühlsvermögen: von der Beschaffenheit der Sinnesorgane und der Leitungsfähigkeit der Sinnesnerven, sowie vom Zustande des Gehirns und der Art und Intensität der Reizung. Eine krankhafte, dauernde und fieberlose Steigerung des Wahrnehmungsvermögens, des Selbstgefühls und Gemüthes, die natürlich auch zu falschen Vorstellungen (d. h. zu absolut, nicht relativ falschen) Veranlassung geben wird, pflegt man als Wahnsinn zu bezeichnen, während die Herabstimmung des Wahrnehmungsvermögens und Selbstgefühls, die Theilnahmlosigkeit, und in höheren Graden die Schwermuth oder Melancholie darstellt.

Was die centrale psychische Action betrifft, so besteht diese zunächst im **Vorstellen** d. h. im Bewußtwerden von geschehenen Sinneseindrücken (die zur Zeit ganz verklungen sind) und zwar entweder in der früheren Form (Erinnerung, Gedächtniß) oder in ganz neuer Ordnung (Phantasie). Die zugeführten Sinneseindrücke können längere oder kürzere Zeit festgehalten werden und dies hängt von der mehr oder weniger häufigen Wiederholung des Sinneseindruckes, sowie von der größeren oder geringeren Intensität desselben und von der größeren oder geringeren Aufnahmsfähigkeit (Receptivität) des Vorstellungsorganes ab. — Durch aufmerksames Wahrnehmen und Vergleichen von Vorstellungen bilden sich dann **Begriffe** (Summe von Merkmalen, die mehreren Dingen gemeinsam sind) und man erlangt so die Fähigkeit, das Verhältniß zu erkennen, in welchem mehrere Vorstellungen zu einander stehen, d. i. **Urtheil** (leicht ein richtiges Urtheil zu fällen ist Scharfsinn). — Aus mehreren Urtheilen sodann ein anderes zu bilden ist das Vermögen **Schlüsse** zu ziehen. — **Denken** ist Bilden von Begriffen, Urtheilen und Schlüssen; den verschiedenen Grad der Schärfe, mit dem dies geschieht, nennt man **Verstand**. — **Vernunft**, die nur dem Menschen zukommt, ist das Vermögen, sich der Gründe für die Erscheinungen bewußt zu werden, über die Ursachen aller Dinge nachzudenken und die nicht gegebenen Ursachen aus den gegebenen Erscheinungen ableiten zu können, sowie Gutes und Böses zu unterscheiden. Im Verstande der höheren Thiere können sich nur Erfahrungsurtheile, im menschlichen aber auch Vernunftur theile bilden. Uebrigens hängt der Grad geistiger Thätigkeit bei den Thieren von der verschiedenen Ausbildung der Sinne und des Nervensystems ab; die Schnecke mit Augen und Ohren hat sicherlich schon Vorstellungen; Spinnen und Insecten erinnern sich. — Die krankhafte (fieberlose und länger andauernde) Steigerung des Vorstellungs- und Denkvermögens liegt der Verrücktheit, die Herabstimmung und Lähmung dieser Vermögen dem Blödsinne zu Grunde.

Die centrifugale psychische Action giebt sich als **Begehren, Wollen, Streben** zu erkennen und wird durch ihren Einfluß auf die Bewegungsnerven zum **Handeln**. Kommt nun dieses Wollen (der Wille) und Handeln sofort in Folge von Einwirkung auf das Gefühl zu Stande, ohne daß vorher darüber gedacht wurde (d. h. ruft die centripetale psychische Action, ohne vorherige centrale, sogleich die centrifugale hervor, oder mit anderen Worten: geschieht ein Reflex vom Gefühle direct auf das Wollen oder Handeln), so läßt sich dieses Wollen und Handeln als sinnlich (nicht selten als unvernünftig) bezeichnen. Geht dagegen dem Wollen und Handeln die gehörige Beurtheilung voraus, dann ist es ein vernünftiges, und zwar mehr oder weniger vernünftig nach dem höhern oder niedrigern Grade des Verstandes des Handeln-

den. Der Wille wird also um so freier sein, je leichter psychische Reflexe durch Beherrschung vermieden werden können. Kinder und Ungebildete müssen demnach unverständiger handeln als Erwachsene und Gebildete, und es ist ganz unrecht, an erstere denselben Maßstab bei Beurtheilung ihres Thuns und Treibens zu legen, wie an die letzteren. Das bestimmte unwillkürliche und bisweilen ganz unbewußte Handeln auf bestimmte Eindrücke und Empfindungen könnte ein instinktmäßiges genannt werden; auch sind die Triebe (unwillkürliches Streben auf Empfindung) hierher zu rechnen. Dieses Handeln bildet sich durch Gewöhnung. Die krankhafte, fieberlose und länger andauernde Steigerung des Wollens und Handelns bildet die Tobsucht, Manie oder Tollheit, die Herabstimmung und Lähmung dagegen die Willenlosigkeit oder Abulie. Fieberhafte Steigerung der centrifugalen psychischen Thätigkeit bezeichnet man als tobsüchtiges Phantasiren und dieses kommt am häufigsten im Nervenfieber und anderen schweren Fiebern vor.

Unser Denken, Fühlen und Wollen hängt unzweifelhaft vom Gehirne ab und wird sicherlich von den quantitativen Verhältnissen desselben bestimmt; ob von dem größern oder geringern Volumen oder einer bestimmten Zahl chemischer Elemente eines Gebildes, ob von einer gewissen Menge von Nervenschwingungen oder einer Verbindung dieser verschiedenen Factoren, ist zur Zeit für uns noch ein Geheimniß. Auch ist bis jetzt noch nicht sicher bekannt, welchen besonderen Thätigkeiten die einzelnen Hirngebilde vorstehen. Nur einige wenige Angaben über die Localisirung der einzelnen Hirnfunctionen scheinen hinlänglich verbürgt zu sein. So haben vielfache Sectionsbefunde bei Hirnkranken, die während des Lebens an Aphasie oder Sprachlähmung litten, es höchst wahrscheinlich gemacht, daß das Sprachvermögen seinen Sitz in einer ganz bestimmten Gegend des Vorderhirns hat, nämlich in der Insel (dem in der Tiefe der Sylvischen Grube gelegenen Hirntheil) und in der Gegend des sogen. Linsenkerns. Weiterhin wird auf Grund zahlreicher diesbezüglicher Thierversuche angenommen, daß die graue Hirnrinde regionenweise mit den einzelnen Abschnitten der Körperoberfläche zusammenhängt, so z. B. der Hinterhauptslappen mit der Netzhaut, der Schläfenlappen mit der Ausbreitung des Gehörnerven, und daß weiter nach vorn von diesen die Regionen für die sensiblen und motorischen Gebilde des Auges und Ohres und am weitesten nach vorn diejenigen für den Rumpf und die Extremitäten gelegen sind. — Die symmetrische Anordnung und das Doppeltsein vieler Hirngebilde scheint darauf hinzudeuten, daß manche Theile gleichen Functionen dienen und vielleicht mittelst der Verbindungstheile (Commissuren) zur Einheit in ihrem Thätigsein veranlaßt werden. Auch kommt bisweilen einseitige Zerstörung des Gehirns ohne auffallende Störung der Hirnthätigkeit vor. Daß die aus Ganglienzellen bestehende graue Hirnsubstanz die eigentliche Hirnthätigkeit, und zwar das Rindengrau des großen Hirns vorzugsweise das Bewußtsein und Denken, das Centralgrau das willkürliche Bewegen vermittelt, die weiße, aus Nervenröhren zusammengesetzte Substanz dagegen blos Leitungsapparat ist, dürfte keinem Zweifel mehr unterliegen. Das große Gehirn (s. Taf. V. Fig. A. u. B.

S. 170) ist das Organ aller mit Bewußtsein einhergehenden Lebensverrichtungen*); das kleine Gehirn** (s. Taf. V. Fig. C.) soll die Ordnung und Coordination in den Bewegungen übermitteln, denn bei seiner Zerstörung werden die Bewegungen ungeregelt und unbeholfen, das Gleichgewicht geht verloren; das verlängerte Mark enthält die Centra für die Herz- und Athmungsbewegungen, sowie verschiedene andere Centra (s. S. 174) und wird deshalb auch als Sitz des Lebens bezeichnet. Außerdem kommen dem verlängerten Mark wichtige Leitungsfunctionen zu, insofern es die einzige Verbindung zwischen den centripetalen Fasern des Rückenmarks und dem Gehirn darstellt.

Im Ganzen ist der Schädel ein Abdruck des Gehirns und sein Aeußeres läßt einen Schluß auf die Form und Größe des Gehirns im Allgemeinen ziehen. Wer also ein hohes, breites und tiefes Vorderhaupt hat, läßt auch ein großes Vorderhirn erwarten und damit die Fähigkeit klüger zu werden als einer mit schmaler niedriger Stirn. Natürlich wird der erstere nur dann klüger sein können, wenn sein größeres Vorderhirn auch richtig erzogen wurde. War dies nicht der Fall, dann kann natürlich der besser Erzogene mit kleinem Vorderhaupt den erstern weit an Verstand übertreffen. Das weibliche Geschlecht und die wilden Völkerstämme können wegen ihres kleinern und leichtern Gehirnes, dessen vorderer und hinterer Hemisphärentheil weniger entwickelt als beim Manne und Weißen ist, niemals den Grad geistiger Ausbildung hinsichtlich des Verstandes und Willens erlangen, wie diese. Natürlich immer vorausgesetzt, daß die mit vollkommnerem Gehirn auch richtig erzogen werden. Ein gut erzogener Neger kann geistig weit höher stehen, als ein schlecht oder gar nicht erzogener Weißer und eine gebildete Frau wird klüger sein, als ein ungebildeter Mann. Uebrigens steigt in dem Verhältnisse, als die Vollkommenheit der Rasse zunimmt, auch der Abstand der Geschlechter in Bezug auf das Gehirn. So überragt bei den Europäern der Mann die Frau weit mehr, als der Neger die Negerin.

---

*) Daß das große Gehirn der Hauptsitz der geistigen Thätigkeiten ist, ergiebt sich daraus, daß wenn man einem Thiere dasselbe mehr und mehr wegschneidet, desto mehr das Bewußtsein und die Aeußerungen geistigen Lebens schwinden, bis endlich nichts mehr übrig bleibt als unselbstständige, unbewußte, automatische Bewegung. Aehnliche Erscheinungen werden vielfach bei Krankheiten des großen Gehirns beobachtet. Auch die Entwickelungsgeschichte des Menschen spricht für diese Function des großen Gehirns, denn dieses entwickelt sich am spätesten und mit seiner fortschreitenden Entwickelung geht die Entwickelung des kindlichen Geistes Hand in Hand. In der Reihe der Säugethiere findet sich das große Gehirn um so vollkommener entwickelt, je größer die geistige Begabung ist.

**) Das kleine Gehirn scheint die eigenthümliche Eigenschaft zu besitzen, complicirte Bewegungen erlernen und festhalten, dadurch aber die Ausführung mancher combinirten Bewegungen (beim Schwimmen, Tanzen, Schreiben, Clavierspielen u. a.) erleichtern zu können. Zur Ausführung solcher erlernter complicirter Bewegungen kann dann das kleine Gehirn durch den Einfluß des großen Gehirns (des Willens) sowie auch durch Reflexe (s. S. 174) sehr leicht angeregt werden, so daß wir eine Menge Bewegungen ausführen können, die halb willkürlich, halb unwillkürlich sind. So können wir tanzen, schwimmen ꝛc., während die Aufmerksamkeit (eine geistige Thätigkeit) auf ganz was Anderes gerichtet ist.

Nicht unmöglich ist es, daß im Gehirn für die bestimmten Thätigkeiten bestimmte Anordnungen der verschiedenen Hirnmassen ꝛc. (Thätigkeits- und Hemmungscentra, wie im verlängerten Marke existiren, so daß dann Vorstellen, Denken und Wollen auf bestimmten mechanischen Einrichtungen beruhten, also ebenfalls mathematischen Gesetzen, wie die Gesammtheit des Weltalls gehorchten. Damit soll aber ja nicht gesagt sein, daß, wie die Phrenologen glauben, an einzelne hervorragende Portionen oder eigenthümlich gebildete Theile des Gehirns bestimmte gute und schlechte Eigenschaften, sowie eine vorwiegende Befähigung für diese oder jene Fertigkeit gebunden sind*). — Durch sein Arbeiten scheint das Gehirn kräftiger ernährt und stärker zu werden (wie dies bei den Muskeln der Fall ist), denn man fand bei Männern, die jahrelang geistig sehr viel gearbeitet hatten, die Hirnsubstanz sehr fest, das Rindengrau und die Hirnwindungen auffallend entwickelt. Hierauf und auf dem Gesetze der Vererbung (s. S. 308) dürfte im Wesentlichen das größere Gehirn des männlichen Geschlechtes beruhen. Auch scheinen sich mit den Fortschritten in der Civilisation die Schädel, zumal in der vorderen Kopfgegend, vergrößert zu haben, so daß sich das Menschengeschlecht seit seinem Bestehen auf der Erde allmählich geistig vervollkommnet zu haben scheint; natürlich konnte und kann dies nur durch die Einflüsse der Erziehung und Vererbung geschehen.

---

*) Die Schädellehre, Craniosкopie oder Phrenologie, welche weit in das Mittelalter hineinreicht (denn Albert, Bischof von Regensburg, zeichnete im 13. Jahrhundert die erste phrenologische Büste), ist auf folgende Grundsätze gestützt: die Größe der Seelenvermögen oder Geistesanlagen ist in der Größe gewisser Hirnorgane begründet und letztere macht sich durch stärkere Entwickelung gewisser Hervorragungen am Schädel erkennbar. Die allmähliche Ausbildung der einzelnen Seelenkräfte hält mit der Ausbildung bestimmter Hirnorgane gleichen Schritt und wird durch sie bedingt. — Diese Lehre ergiebt sich dadurch sofort als eine irrige, daß die Oberfläche des Gehirns fast niemals der äußeren Fläche des Schädels genau entspricht und daß die Erscheinungen bei Krankheiten des Gehirns dieser Lokalisirung widerstreiten. Es wäre ferner aber auch merkwürdig, wenn die Seelenkräfte nur an den Stellen des Gehirns ihren Sitz hätten, über welchen der Schädel betastet werden kann, und wenn die oberhalb der Augenhöhlen und auf dem Grunde des Schädels liegende Hirnportion, die doch ganz dieselbe Structur wie die obere hat, ohne solche Kräfte wäre (wenigstens haben die Phrenologen für diese Portion keine Kräfte mehr übrig gelassen). Etwa $\frac{1}{5}$ der Hirnwindungen werden von den Phrenologen gar nicht berücksichtigt. Auch ist es wunderbar, wie verschiedene Phrenologen die Seelenorgane an verschiedene Stellen des Gehirns verlegen und wie der eine diese, der andere jene Seelenkräfte, die aber ganz verschieden von einander sind (wie z. B. Eigenthums-, Sammel- und Diebssinn), zusammenwirft. Ueberhaupt ist es komisch, daß die Phrenologen auch die aus Convention und wissenschaftlichen Entdeckungen hervorgegangenen Liebhabereien, sowie durch schlechte Gewohnung erzeugten Triebe und Verbrechen (Diebstahl, Trunksucht) zu den Geistesthätigkeiten rechnen. Kurz die Phrenologie ist, wie sie eben besteht, eine unwissenschaftliche Spielerei und wird deshalb auch nur von Leuten getrieben, die keine naturwissenschaftliche Bildung besitzen.

So hat Broca durch Vergleichung von Schädeln aus einem alten Pariser Friedhof, der jedenfalls aus den Zeiten vor dem 12. Jahrhundert herrührt, mit Schädeln aus der heutigen Bevölkerung gefunden, daß im Ganzen der Gehirnraum des Schädels sich vergrößert hat. Die heutigen Pariser Schädel haben einen Gehirnraum von 1462—1484 Cub.-Cm.; der Gehirnraum der aufgefundenen Schädel beträgt dagegen nur 1426 Cub.-Cm. Vor mehreren Jahren in Athen ausgegrabene Schädel von Altgriechen (aus der macedonischen Zeit) haben einen Gehirnraum von nur 1150 Cub.-Cm. und 1280 Cub.-Cm. Ebenso bewiesen Schädel aus den Pariser Friedhöfen, daß solche von Personen der höheren Stände durchschnittlich einen größern Gehirnraum zeigten als Schädel der arbeitenden und dienenden Classe. Es scheint hiernach, daß andauernde Thätigkeit des Geistes im Verlaufe der Stammesfolgen zu einer allmählichen Vergrößerung des Gehirnraums führt. Diese Vergrößerung mit stärkerer Entwickelung des Vorderhirns und höherer Geistesbegabung wird vorzugsweise dadurch begünstigt, daß das längere Offenbleiben der Stirnnaht sich bei den kaukasischen Völkern vererbt. Bei den niederen Menschenrassen und den Affen verknöchert diese Naht weit zeitiger, dagegen wächst der Oberkiefer in Folge des Offenbleibens der Nähte noch längere Zeit fort, wodurch das auffallende Ueberwiegen des Gesichtstheils über den Schädeltheil zu Stande kommt.

Wollte man sich die Hirnthätigkeit auf recht mechanische Weise deutlich machen, so könnte man dies auf folgende Weise: Alles was wir durch unsere Sinne wahrnehmen, macht im Gehirne einen ganz bestimmten Eindruck oder erzeugt ein den Daguerreotypen ähnliches Bildchen (Hirnbild). Von solchen Hirnbildchen wird man natürlich eine um so größere Anzahl in seinem Verstandesorgane (dem Gehirne) besitzen, je mehr man durch seine Sinne von der Außenwelt in sich aufgenommen hat. Es werden ferner diese Bildchen dem in der Außenwelt Wahrgenommenen um so ähnlicher sein können, je genauer man durch scharfe Sinne die Außenwelt wahrzunehmen sich bemühte. Es werden sodann diese Hirnbildchen um so deutlicher und bleibender (fixirter) sein müssen, je stärker und je öfter sie eingeprägt werden. Sehr viele dieser Bildchen verschwinden nun nach und nach wieder, wie ein nicht fixirtes Daguerreotypbild, und deshalb vergißt man das so oft früher Wahrgenommene und Erlebte. Bei mangelhaften Sinnen wird wie bei Mangelhaftigkeit und Abnormität des Gehirns natürlich auch die Bildung der Hirnbildchen mangelhaft sein. — In der frühesten Jugend bilden sich wegen der Unvollkommenheit der Sinne und des Gehirns nur wenige, ganz undeutliche und leicht wieder verschwindende Hirnbildchen. Nach und nach aber, mit zunehmender Ausbildung der Sinne und des Gehirns, sowie in Folge der Erweiterung des Gesichtskreises und der Erziehung, mehren sich die Zahl, die Deutlichkeit und die Dauer dieser Bildchen. Während man sich dieselben anfangs ungeordnet wie in einer Mappe im Gehirne umherliegend denken kann, so daß sie nur mit Mühe von einander unterschieden und hervorgeholt werden konnten, findet später durch Uebung ein genaues und übersichtliches Ordnen derselben statt, so daß sie nun leicht von einander getrennt und aufgefunden werden können. Dieses schnellere oder langsamere Auffinden solcher Bildchen kann als besseres oder schlechteres Gedächtniß, als Erinnerung oder Vorstellung bezeichnet werden, während das

Zusammenstellen mehrerer derselben zu einem neuen Bilde, welches man von außen her als solches niemals in sich aufnahm, die Phantasie genannt werden dürfte. In den späteren Lebensjahren, wo das Gehirn an Größe und Weichheit und die Sinnesorgane an Schärfe abnehmen, wird auch die Fähigkeit des Gehirns, Hirnbilder zu erzeugen, immer geringer, obschon die früher erzeugten längere Zeit noch ganz fest darin haften. Deshalb erinnern sich Greise auch recht gut längst vergangener Thatsachen, vergessen aber schnell die Gegenwart. — Diese Hirnbildchen sind es nun, durch deren genaues Vergleichen wir uns Begriffe sammeln, sowie Urtheile fällen und Schlüsse ziehen, also denken lernen; sie sind es auch, welche unsere Bewegungen, unser Handeln veranlassen.

Das dem Gehirn innewohnende Bewußtsein könnte nun als die Hirnthätigkeit oder die Kraft angenommen werden, welche im gesunden und wachen Zustande die Hirnbilder von einander unterscheidet, ordnet, schneller oder langsamer herbeiholt und zusammenstellt, ihre Wirkung auf unser Thun regelt. Durch Uebung läßt sich, wie es scheint, der Einfluß des Bewußtseins auf die Hirnbilder immer mehr steigern und es möchte deshalb wohl die Aufgabe der Erziehung sein, zunächst, mit richtigen Pausen, so viele als möglich von guten, deutlichen und bleibenden Hirnbildern zu erzeugen, wiederzuerzeugen und diese dann gehörig verarbeiten zu lernen. — Wenn nun aber das Bewußtsein durch irgend eine Ursache (durch Schlaf, Alcohol, Schwefeläther, Chloroform, Krankheit) auf einige Zeit aufgehoben ist, die Hirnbilder aber noch vorhanden sind, dann kann es leicht eintreten, daß dieselben durch irgend einen Anstoß in ganz andere Ordnung und Verknüpfung zu einander gebracht werden, als dies im bewußten Zustande in Folge der Gewöhnung der Fall ist. Diese veränderte Lagerung und Einwirkung der Hirnbildchen auf einander giebt dann leicht Veranlassung zu einem ungewöhnlichen Handeln des Bewußtlosen, was jedoch stets das Resultat früher aufgenommener Eindrücke und niemals ein übernatürliches oder wunderbares sein kann. Bei schwächerem Grade der Trübung des Bewußtseins läßt sich bisweilen das ungewöhnliche Spiel der Hirnbildchen vom Bewußtlosen mehr oder weniger deutlich wahrnehmen, so daß er sich dessen nach dem Erwachen erinnern kann, wie dies beim Träumen und Rausche vorkommt. Nach der einfacheren oder verwickelteren, geordneteren oder ungeordneten Verknüpfung der Hirnbildchen unter einander zeigt sich dann Reden und Thun des Bewußtlosen in verschiedenem Grade vernünftig oder unvernünftig. So sprechen und handeln Somnambule und Chloroformirte nicht selten weit vernünftiger, als sie dies im bewußten Zustande thun, dagegen können sehr anständige Personen im Rausche und in Fieberphantasien sehr unvernünftig und unanständig handeln. — Alles Thun und Treiben Bewußtloser ist sonach als ein unwillkürliches und in Folge der eigenthümlichen Einrichtung unseres Gehirns (vorzüglich der Uebertragungsfähigkeit von Empfindungs- und Sinnes-Eindrücken auf Bewegungsapparate) erzwungenes zu betrachten.

## Schlaf und Traum.

**Schlaf**, ohne welchen das Gehirn seine Fähigkeit zum Thätigsein sehr bald verlieren würde, wird derjenige normale und periodisch wiederkehrende Zustand genannt, in welchem das Gehirn seine Thätigkeit ganz oder nur theilweise (wie beim Träumen) eingestellt hat und zwar in Folge seines frühern Thätigseins, wobei die Substanz desselben allmählich zum Thätigsein untauglich wurde. Während des Schlafs geschieht es nun, daß sich die Hirnsubstanz in ihrem Ruhen durch Anbildung neuer Hirnmasse und Entfernung der in Folge von Ver-

brennung erzeugten ermüdenden Stoffe restaurirt, und damit wieder die verloren gegangene Arbeitsfähigkeit gewinnt. Ueber die unmittelbare Ursache des Schlafes, d. h. über die feineren physiologischen Veränderungen der Hirnsubstanz, welche den Schlaf herbeiführen, ist noch nichts Sicheres bekannt. — Wegen fast gänzlicher Einstellung der Hirnthätigkeit im Schlafe ist also Empfindung, Bewußtsein, jede willkürliche psychische (geistige) Action und willkürliche Bewegung aufgehoben, während die unwillkürlich vor sich gehenden, der Ernährung dienenden, sogenannten vegetativen Processe ungestört fortdauern. Je mehr die Thätigkeit des Gehirns im wachen Zustande (durch geistige Arbeit, Gemüthseindrücke, zumal Kummer) in Anspruch genommen wird, desto nothwendiger ist ein ruhiger, tiefer und langer Schlaf. Im Allgemeinen bedarf der erwachsene Mensch nur 7 bis 8 Stunden Schlaf. Kinder, welche, wenn sie schläfrig sind, niemals vom Schlafe abgehalten werden dürfen, brauchen täglich dagegen 10 bis 16 Stunden Schlaf; ebenso ist der Schlaf für's weibliche Geschlecht ein größeres Bedürfniß, als für das männliche, wie dies auch bei Schwächlichen, Kränklichen, Blutarmen, Greisen, Sanguinikern und Cholerikern der Fall ist.

Das Gefühl von Schläfrigkeit geht in der Regel dem Schlafe voraus und giebt sich als Nachlassen der geistigen, Empfindungs-, Sinnes- und Muskelthätigkeit mit dem Gefühle von Abspannung und Mattigkeit, mit Gähnen und Dehnen zu erkennen. Auch zeigen sich unbestimmte Figuren, verwaschene oder leuchtende Punkte und Nebel vor dem geschlossenen Auge. Nicht alle Empfindungsthätigkeit erlischt gleichzeitig; die Geschmacks-, Geruchs- und Sehnerven schlafen früher ein, als der Gehörnerv; die Muskeln des Rückens später als die der Gliedmaßen. Nach dem vollständigen Erlöschen der willkürlichen Bewegungsthätigkeit schließen sich die Augen, es sinkt der Körper zusammen, der Kopf neigt sich nach vorn, der Unterkiefer fällt herab, und neben der Unempfindlichkeit der Sinne und des Gemeingefühls hört das Bewußtsein auf. Stille und Dunkelheit befördern das Einschlafen und können auch ohne Ermüdung Schlaf bewirken. Der Schlaf scheint um so leichter einzutreten und um so tiefer zu sein, je größer die vorhergegangenen geistigen Anstrengungen waren. — Im Schlafe selbst gehen die dem Stoffwechsel (der Ernährung, dem Leben) dienenden sogenannten vegetativen Processe ungestört, nur etwas langsamer und gleichmäßiger, vor sich; das Herz schlägt ruhiger, die Athemzüge werden langsamer und tiefer, die Darmbewegungen und also auch die Verdauung geschehen regelmäßiger. Reflexerscheinungen kommen häufig im Schlafe vor; so bedeckt der Schlafende entblößte Körperstellen, ändert unbequeme Lagen und wehrt sich gegen kitzelnde Berührung. Infolge des herabgesetzten Stoffwechsels ist auch die Wärmeproduction während des Schlafes beträchtlich vermindert, weshalb der Schlafende ein größeres Bedürfniß nach Schutz gegen Abkühlung empfindet. Im

Anfange pflegt der Schlaf am tiefsten und ruhigsten zu sein: je länger er währt, desto leiser wird derselbe und desto leichter geht er in ein Halbwachen über. Beim plötzlichen Erwachen dauert es einige Zeit, ehe man das völlige Bewußtsein wieder erlangt; beim allmählichen Erwachen wird zuerst das Gehör, dann das Auge und später erst die Bewegungskraft rege. Das Erwachen aus dem Schlafe scheint meist durch eine Empfindung bewirkt zu werden, welche um so stärker sein muß, je tiefer der Schlaf ist. Schlaf und Wachen stehen mit den Sinneseindrücken im engsten Zusammenhange und man kann geradezu annehmen, daß zur Erhaltung der gewöhnlichen Hirnthätigkeit, d. i. des wachen Zustandes, beständige Sinneseindrücke nothwendig sind. So trat an einem von Strümpell beschriebenen Kranken, welcher völlig gefühllos (anästhetisch) und außerdem einseitig blind und taub war, bei Verschluß des noch erhaltenen Auges und Ohres regelmäßig Schlaf ein, und nur Eindrücke auf diese Organe bewirkten Erwachen.

Die Kennzeichen eines gesunden Schlafes sind: daß er auf angemessene Veranlassung, auf vorangegangene längere Zeit fortgesetzte Thätigkeit des Geistes, der Sinne und willkürlichen Bewegungsorgane eintrete; daß sich der Körper während desselben in einem Zustande vollkommener Ruhe befinde, eine ungezwungene, mit Erschlaffung der Muskeln verbundene Lage einnehme; daß dabei das Athmen ruhig und gleichmäßig, der Puls etwas langsamer, die Haut weich und mäßig feucht sei; daß er ununterbrochen fortdauere und nicht durch Träume oder lebhaftere unwillkürliche Bewegungen beunruhigt werde; daß die Sinne, namentlich das Gehör, ihre Empfänglichkeit für äußere Eindrücke möglichst vollständig verlieren, aber auch das Erwecken nicht schwierig sei, und endlich, daß er nach entsprechender Dauer von selbst wieder mit dem Gefühl von Erquickung schwinde.

Es ist nicht unmöglich, daß eine Art des Schlafes existirt, in welchem gar keine Geistesactionen stattfinden. Das Thätigsein des Gehirns im Schlafe bezeichnet man als Traum, es geschieht ganz unwillkürlich, jedoch ganz nach denselben Gesetzen, wie im Wachen, und hinterläßt eine Erinnerung im wachen Gehirn. Während des Wachens wird die Thätigkeit des Gehirns durch die Einwirkung der Außenwelt bestimmt und die Eindrücke auf die Sinne geben den Stoff zu den Vorstellungen, denen der Verstand dann Zusammenhang verleiht. Im Schlafe hingegen schafft sich das Gehirn diese Vorstellungen selbst und trägt sie auf die Sinnesorgane über (wie bei den Sinnestäuschungen, Hallucinationen, Phantasmen), wobei oft der sonderbarste und schnellste Wechsel eintritt, indem der Flug der Phantasie nicht durch die Sinnesanschauungen gehemmt wird. Die Phantasie nimmt den Stoff zum Traume aber stets aus dem Gedächtniß, indem sie Scenen aus der Vergangenheit mit mehr oder weniger Abänderungen wiederholt und aus mehreren derselben, sowie aus gehabten Anschauungen

ein neues Bild zusammensetzt. Ebensowenig wie ein Somnambuler eine fremde Sprache sprechen wird, die er im wachen Zustande nicht spricht, ebensowenig wird ein Blindgeborener vom Sehen, ein Taubgeborener vom Hören träumen. Jedoch nicht blos die Phantasie und das Gedächtniß sind beim Traume thätig, auch der Verstand hilft dabei sehr oft. Unser Traumdenken beruht, ebenso wie das Denken im wachen Zustande, auf den Gesetzen der Ideenassociation, vermöge deren jede Vorstellung gleich während ihres Entstehens eine Reihe anderer, durch Aehnlichkeit der Gegenstände, Gleichlaut der Worte, Gleichzeitigkeit des Geschehens oder dergleichen verwandte Vorstellungen und Bilder hervorruft. Im Schlafe entbehren nur unsere Gedanken und Vorstellungen der sogen. logischen Beherrschung, d. i. der regulirenden Leitung und des beschränkenden Einflusses des kritischen Verstandes, und deshalb herrscht im Traume die Ideenassociation in ungebundenster Weise und verbindet oft das Ungewöhnlichste und Sinnloseste bunt mit einander. Die Veranlassungen zum Träumen sind meist starke oder frappante Eindrücke, die wir im Laufe des Tages gehabt haben, sodann Sinnesreizungen (besonders des Gefühls) und stärkere Eindrücke auf das vegetative Nervensystem; bei manchen Träumen läßt sich auch ein äußerer Eindruck (Stoß, Kitzel, Entblößung) als Veranlassung nachweisen. Beobachtungen scheinen anzudeuten, daß die meisten Träume erst kurz vor dem Erwachen oder sogar erst während des Erwachens zu Stande kommen. Ueber die Zeit des Traumes zu entscheiden giebt es kein Mittel, denn mit dem Träumen ist eine außerordentliche Zeittäuschung verbunden. — Das Reden im Schlafe ist, zumal bei Kindern und jüngeren, lebhaften Personen, durchaus kein Zeichen einer Krankheit. Daß auch die höheren Thiere im Schlafe träumen, beweisen viele Erscheinungen.

Abnorme Schlafarten, in welchen Gehbewegungen und andere mehr oder minder zweckmäßige Handlungen vorkommen, nennt man Somnambulismus oder Schlafwandeln; abnorm tiefer Schlaf, mit Unmöglichkeit des Erweckens und unwillkürlichen Entleerungen, wird in Krankheiten und nach manchen Vergiftungen beobachtet und als Schlafsucht oder Sopor bezeichnet. Manche leicht erregbare Personen verfallen nach andauernder und gleichmäßiger Sinnesbeeinflussung (anhaltendem Fixiren eines glänzenden Gegenstandes u. dergl.) in eine abnorme Art von Halbschlaf, die Hypnotismus genannt wird und sich durch auffallende Steigerung der Reflexerregbarkeit auszeichnet. Auch Thiere können durch gewisse Manipulationen, durch behutsames Niederlegen auf den Boden (Kircher's Experiment 1646) u. dergl. in einen eigenthümlichen Ruhezustand versetzt werden, den die einen Forscher als Schlaf oder Hypnotismus, die anderen als bloße Einschüchterung betrachten.

## II. Sinnesapparate.

Durch der Sinne Pforten zieht der Geist in unsern Körper ein, denn die Sinne sind die Zubringer der geistigen Nahrung zum Gehirn und setzen uns, mit Hülfe der Sinnesnerven, von Dem, was außer uns in der Natur vorgeht, in Kenntniß. Die Sinnesthätigkeiten, also Sehen, Hören, Riechen, Schmecken und Tasten, können aber nur dann richtig vor sich gehen, wenn passende Sinneseindrücke auf gesunde Sinnesorgane einwirken und durch die Sinnesnerven ordentlich zum normalen Gehirn hingeleitet werden, wo sie dann, mittelst der centralen Hirnthätigkeit gehörig (durch Bildung von Vorstellungen, Begriffen, Urtheilen und Schlüssen) verarbeitet, zur richtigen Erkenntniß der Naturgegenstände und Naturerscheinungen führen und uns verständig machen. Unser ganzes Wissen beruht im Grunde genommen ausschließlich auf Erfahrung; diese ist aber nur durch die Sinne zu machen; ohne die Sinne vermag der Mensch weder Kenntnisse von der Natur zu erwerben, noch eine Vorstellung von der Beschaffenheit seines eigenen Körpers zu gewinnen. Wie wenig Sinneswerkzeuge freilich unter Umständen erforderlich sind, um Erfahrungen zu machen und vernünftig zu werden, beweist der Fall von der taubstummen Amerikanerin Laura Bridgman, welche in ihrem 20. Lebensmonate ihren Gesichts-, Gehörs- und Geruchssinn vollständig, ihren Geschmack beinahe verlor und nur ihr Tastgefühl behielt. Trotzdem hat sie durch die Erziehung eines scharfsinnigen Taubstummenlehrers (Dr. Howe) in intellectueller und sittlicher Hinsicht eine unglaublich hohe Stufe der Ausbildung erreicht. Also ein Sinn genügte schon, um dieselbe Logik und dieselbe Moral zu entwickeln, wie bei den anderen Menschen mit allen Sinnen; es war dies aber nur durch die sorgfältigste Erziehung zu erreichen. Es ist übrigens Thatsache, daß viele Menschen, denen ein Sinn fehlt, die übrigen weit besser gebrauchen lernen, als im Normalzustande; Blinde hören und tasten in der Regel bedeutend besser als Sehende und Taube haben oft eine unglaublich gesteigerte Sehkraft.

Woher kommen nun die so verschiedenen Sinnesempfindungen? Diese Frage beantwortete man früher dahin, daß der Bau jedes Sinnesorganes nur für einen ganz bestimmten Sinnesreiz (Licht, Schall, Druck ꝛc.) zweckmäßig eingerichtet sei, und sah die Sinnesorgane als bloße Leiter für die Eigenschaften der äußeren Dinge an. Man glaubte, daß durch die Nerven direct die Eindrücke des Lichtes, der Tonschwingungen, der Geschmacksstoffe dem Gehirne zugeführt würden; man führte also die Beschaffenheit der Empfindung auf die Beschaffenheit der erzeugenden Stoffe zurück. Dagegen spricht nun aber die Thatsache, daß die Reizung eines Sinnesnerven in seinem Verlaufe ganz dieselbe Empfindung hervorruft als die Reizung des Sinnesorganes an seinem peripherischen Ende. Wird z. B. der Sehnerv durchschnitten, so sieht man eine blitzende grelle Feuererscheinung im Auge; ja es können sogar bei Reizung von sensiblen Nerven, deren peripherische Endorgane weggeschnitten sind, noch Empfindungen veranlaßt werden, welche in dem gar nicht mehr vorhandenen Organe zu sitzen scheinen. So empfinden Amputirte

oft noch viele Jahre Schmerzen in den abgeschnittenen Gliedmaßen. Man suchte dies durch eine sogen. *specifische Energie der Nerven* zu erklären. — Allein neuere Forschungen haben ergeben, daß zwar eine solche specifische Energie existirt, aber nicht in den Sinnesorganen, nicht in den Nerven und nicht in den specifischen Erregungszuständen derselben, sondern im nervösen Centralorgan, *im Gehirn, wo bestimmte Stellen mit dem Vermögen begabt sind, nur ganz bestimmte Sinnesempfindungen wahrnehmen zu können.* Der eigentliche specifische Empfindungsvorgang, den wir in die Sinnesapparate zu verlegen gewöhnt sind, findet also wo ganz anders statt. Das Auge (wie alle anderen Sinnesorgane) empfindet also ebenso wenig wie der Sehnerv; es empfindet nur der Sehhirntheil. So lange dieses innere Gesichtsorgan im Gehirne noch erregbar ist, erscheint einem Blindgewordenen, wenigstens noch im Traume, die Welt hell und farbig; erst wenn dieses Organ durch Nichtgebrauch vollständig zerstört ist, wird sein Leben ein vollkommen dunkles. Wenn es möglich wäre, den durchschnittenen Sehnerven mit dem durchschnittenen Gehörnerven zusammenzuheilen und umgekehrt, dann würde man bei einem Concerte Licht- und Feuererscheinungen, bei einem Feuerwerke Töne oder Geräusche wahrnehmen. — Da nun aber diejenigen Stellen des Gehirns, welche gewissermaßen die inneren Sinnesorgane bilden, nicht anders gebaut sind, als andere, so kann man mit Ranke annehmen, daß diese specifischen Energien der Hirnorgane nur das *Resultat einer wahren Erziehung von außen her* sind und also die Fähigkeit der Gehirnorgane, auf specifische Reize specifische Vorstellungen zu erwecken, nicht von Anfang an existirt. Die Seele, welche gewöhnt ist, vom Sehnerven aus nur Lichteindrücke von der Außenwelt vermittelt zu erhalten, verlegt jeden von dorther kommenden Reiz in den ihm aus anderen unterstützenden Sinneswahrnehmungen bekannten Ort der normalen Erregung: in das Auge oder vielmehr auch aus diesem heraus in die sichtbare Umgebung und nennt ihn Licht. — Soviel steht fest, daß alle Sinneseindrücke, die also nur in Veränderungen unserer Gehirnorgane beruhen, zu Anfang rein subjectiv sein müssen und von uns nur als angenehm oder unangenehm empfunden werden, bis durch Erziehung ganz allmählich sich im Menschen das Bewußtsein des Gegensatzes von Subject und Object ausgebildet hat, bis er gewisse Alterationen seines eigensten Wesens, Zustände seines Nervensystems als von äußeren Objecten erregt, als Objectives von anderen Alterationen ganz ähnlicher Art, von anderen Nervenzuständen als von dem Subjectiven zu trennen vermag. Ist aber die Erziehung vollendet, so gehört eine philosophische Betrachtung dazu, um zu verstehen, daß wir nicht den gesehenen oder gefühlten Gegenstand direct, sondern eine durch ihn gesetzte Veränderung unseres Gehirns empfinden. So schreiben wir eine Reihe von Qualitäten, die nur subjectiver Natur sind, bei der gewöhnlichen Betrachtungsweise dem Objecte selbst zu. Wir sprechen z. B. von farbigen Körpern, obschon außer uns nichts farbig ist und die Farben nur auf einer bestimmten Geschwindigkeit der Aetherschwingungen, die unser Auge treffen und seine Netzhaut erregen, beruhen. — Um nun eine Erregung zu einer wirklichen Empfindung zu machen, müssen wir unsere Aufmerksamkeit auf die stattfindende Erregung lenken, und dies geschieht entweder willkürlich oder unwillkürlich, durch starke Reizung erzwungen. Durch heftigen Schmerz, durch Schreck, starke Gesichts- und Gehörseindrücke, schon dadurch, daß wir alle unsere Gedanken auf einen bestimmten Gegenstand concentriren, können wir gefühllos für andere gleichzeitig auf uns einwirkende Reize werden. In der Schlacht kommen Verwundungen vor, von denen der enragirte Kämpfer eine Zeit lang nichts merkt. — Es scheint nur ein Reiz gleichzeitig zur Wahrnehmung kommen zu können und die scheinbare Gleichzeitigkeit verschiedener Empfindungen rührt wohl nur von einem raschen Wechsel der Erregung der verschiedenen Organe her.

# Seh-Apparat.

Das Sehorgan, das Auge, stellt einen sehr künstlich zusammengesetzten Apparat dar, der nach den optischen Gesetzen einer Camera obscura*) gebaut ist. Innerhalb des Augapfels befindet sich die Endausbreitung (die Netzhaut) des vom Gehirne kommenden Sehnerven (s. S. 170 Taf. V. Fig. A und S. 175), welcher das Auge die Fähigkeit der Lichtempfindung verdankt. Die Endorgane des Sehnerven (Stäbchen und Zapfen) werden nämlich von denjenigen Schwingungen des Aethers, die den physikalischen Grund des Lichtes ausmachen, in einer nicht genauer bekannten Weise erregt. Dieser Erregungszustand theilt sich den Fasern des Sehnerven mit und wird von diesen dem Gehirne zugeleitet, woselbst er den Eindruck einer Lichtempfindung veranlaßt. Nur die Endorgane des Sehnerven, nicht die Sehnervenfasern selbst, werden durch die Aetherschwingungen direct erregt; Licht, welches auf den Sehnerven fällt, kann ihn nicht erregen, denn die Fasern des Sehnerven sind an und für sich ebenso blind wie jeder andere Körpertheil. Diejenige Stelle im Auge, wo die Netzhaut nur aus Sehnervenfasern besteht, nämlich die Eintrittsstelle des Sehnerven, ist für Licht vollkommen unempfindlich und bildet den sogenannten blinden Fleck, von dessen Blindheit man sich durch einen in den meisten physikalischen Lehrbüchern erwähnten Versuch leicht überzeugen kann; während diejenige Stelle im Auge, wo die schärfste Sehkraft liegt, der sogenannte gelbe Fleck, dicht mit Endorganen des Sehnerven besetzt ist, aber gar keine Nervenfasern enthält. Dagegen bewirkt jeder auf den Sehnerven an irgend einer Stelle seines Verlaufs oder seiner Endigungen ausgeübte Reiz (Durchschneidung, Quetschung, Schlag, Stoß, Druck, elektrische Reizung) Lichtempfindung, weil er die Fasern desselben erregt und der Erregungszustand der Sehnervenfasern stets im Gehirne Lichtempfindung hervorbringt. So erfolgt z. B. bei Durchschneidung des Sehnerven, wie es bei Operationen vorkommt, eine blitzartige Erleuchtung des ganzen Sehfeldes; drückt man mit dem Finger auf die Außenseite des Augapfels, so nimmt man eine kreisförmige leuchtende Figur wahr u. dergl. Diese ohne objectives Licht, d. h. ohne erregende Aetherschwingungen oder Lichtstrahlen zu Stande kommenden Lichtempfindungen werden subjective genannt.

*) Eine Camera obscura oder Dunkelkammer ist ein innen geschwärzter Kasten, dem vorn eine convexe Glaslinse eingefügt ist, durch welche von den vor der Linse befindlichen Gegenständen umgekehrte, aber deutliche Bilder auf die Hinterwand des Kastens (eine matte Glasscheibe, geöltes Papier) geworfen werden. Sie dient bekanntlich auch dem Photographen, der aber die Bilder auf besonders präparirte Platten fallen läßt und sie dann durch ein chemisches Verfahren dauernd macht (fixirt).

Für die Wahrnehmung des Lichtes würde ein einfach gebautes Sehorgan, eine mit einem die Lichtreizung vermittelnden Endorgane verbundene Nervenfaser, genügen. Die Fähigkeit des Auges der Menschen und höheren Thiere, nicht nur hell und dunkel, sondern auch Farben und Gestalten zu unterscheiden, erfordert dagegen einen viel complicirteren Bau des Sehorgans und wird hauptsächlich dadurch ermöglicht, daß, ähnlich wie in der Camera obscura, von den beleuchteten äußeren Gegenständen ein verkleinertes, scharf ausgeprägtes aber verkehrtes Bildchen auf die an der Hinterwand des Auges befindliche Endausbreitung des Sehnerven, die Netzhaut, fällt. Der Grund nun aber, daß diese Bildchen auf die Netzhaut geworfen werden, liegt darin, daß sich vor dieser Haut einige durchsichtige, lichtbrechende Körper, der eigentlich optische Apparat, von denen die Linse von besonderer Wichtigkeit ist, befinden. Diese durchsichtigen Organe vereinigen nämlich durch Brechung die von einem Punkte herkommenden Lichtstrahlen auf einen Punkt der Netzhaut und die Summe aller von einem Gegenstande einfallenden Lichtstrahlen verbindet sich auf der Netzhaut zu dem Lichtbildchen des gesehenen Gegenstandes. Ist das Bildchen nicht scharf ausgeprägt auf der Netzhaut, dann kann Ueber-, Kurz- oder Weitsichtigkeit bestehen, von denen später die Rede sein soll.

Der **Augapfel** stellt eine hohle, kugelförmige (ellipsoidische), von drei zwiebelschalenartig (concentrisch) um einander herum liegenden Hautschichten gebildete Blase oder Hohlkugel dar, in deren Innerem durchsichtige, mehr oder minder feste und flüssige Materien verborgen sind. Er wird äußerlich von den Augenlidern bedeckt, mit Hülfe des Thränenapparates stets rein und feucht erhalten und kann durch sechs Muskeln willkürlich nach allen Richtungen hin gedreht werden. Er hat, in lockeres und weiches Fett enthaltendes Zellgewebe eingehüllt, seine Lage in der knöchernen Augenhöhle und besitzt in dieser Höhle eine sehr große Beweglichkeit, abgesehen davon, daß dieselbe noch durch die des ganzen Kopfes bedeutend vermehrt wird. Hierdurch wird es möglich, bei einer Körperstellung fast in allen Richtungen des Raumes Gegenstände zu fixiren. Die große Beweglichkeit des Augapfels hängt von der Lagerung desselben in der Augenhöhle ab; er ruht nämlich in dem Fettpolster derselben, wie der Gelenkkopf eines Kugelgelenkes in der Pfanne (wie beim Hüftgelenke) und ist daher um unzählige Axen drehbar. Außer den Drehbewegungen können auch noch Ortsbewegungen des Augapfels im Ganzen stattfinden, weil seine Umgebung nachgiebig (die Gelenkpfanne verschiebbar) ist. Der Drehpunkt des Augapfels befindet sich nicht in der Mitte der Sehaxe, sondern etwas hinter derselben. Der Durchmesser des Augapfels von vorn nach hinten mißt 2—2½ Ctm.; sein Gewicht schwankt zwischen 6 und 8 Gramm. — Die **Muskeln**, welche willkürlich den Augapfel bewegen können, sind 6 an der Zahl und zwar 4 gerade (ein oberer, unterer,

äußerer, innerer und 2 schiefe (ein oberer und ein unterer). Fast zu jeder Augenbewegung wirken mehrere dieser Muskeln zusammen. Die Nerven, welche die Bewegungen des Augapfels beherrschen, sind: der dritte, vierte und sechste Hirnnerv (s. S. 176). Diese sehr fasserreichen Nerven, deren Wirkungen mit sehr großer Geschwindigkeit abwechseln, stehen beiderseits im Gehirn in einer gewissen Verknüpfung, so daß ihre Bewegungen (welche als Mitbewegungen bezeichnet werden können) sich gegenseitig beschränken und veranlassen. Störungen dieses Zusammenhanges bezeichnet man als Schielen. Das Centralorgan der coordinirten Augenbewegungen scheint in den Vierhügeln zu liegen (s. S. 173).

## Schutzorgane des Auges.

Augenlider, Thränen- und Augenbutter-Apparat. Zum Schutze des Augapfels dienen zwei bewegliche dünne, klappenförmige Hautfalten, welche vor der Augenhöhle angebracht sind und Augenlider heißen. Ein jedes (ein oberes und ein unteres Lid besteht aus einer Platte von fester Bandmasse (Tarsus), die äußerlich von einem Ringmuskel (vom Augenschließer) und von äußerer Haut (welche sehr dünn und haarlos ist, und Schweißdrüsen von abweichender Form und ohne korkzieherförmigen Verlauf ihres Ausführungsganges hat), innerlich von einer feinen glatten Schleimhaut (Bindehaut oder Conjunctiva des Augenlides) überzogen ist. Die letztere Haut, welche sich sehr empfindlich zeigt, setzt sich von den Augenlidern auf die vordere Fläche des Augapfels fort (als Augapfelbindehaut) und enthält die Gefäße, welche man, wenn sie erweitert und mit Blut überfüllt sind, oft im Weißen des Auges sieht. Die Bewegungen der Augenlider, zwischen denen durch die Augenlidspalte der Augapfel hervorsieht, hängen theils von unserer Willkür ab und können das Oeffnen und Schließen des Auges veranlassen, theils geschehen sie unwillkürlich, wie im Schlafe oder reflectorisch auf Berührung des Augapfels oder der Augenwimpern, oder auf Reizung durch grelles Licht. Uebrigens gestattet die glatte, von Thränen befeuchtete und durch den Schleim der Bindehaut schlüpfrige Fläche der Augenlider und des Augapfels ein sanftes Hin- und Hergleiten beider an einander. Vermittelst der unwillkürlichen Bewegungen der Lider, des sogen. Lidschlags, wird die Oberfläche der Hornhaut fortwährend rein und feucht erhalten. Die freien Ränder beider Augenlider sind mit kurzen, bogenförmig gekrümmten steifen Haaren besetzt (Augenwimpern), deren Lebensdauer nur etwa 100 Tage beträgt und die in verschiedenen Entwickelungsstadien vorkommen. Hinter ihnen befindet sich eine Reihe von Ausgangsmündungen der Augenbutter- oder Meibom'schen Drüsen, die eine

dickliche fette Flüssigkeit (Augenbutter) ergießen, welche die Wimpern und Augenlidränder einsalbt, weshalb die Thränen nicht so leicht über fließen können. Im obern Augenlid sind 30 bis 40, im untern 20 bis 30 Meibom'sche Drüsen vorhanden, welche in die Tarsusmasse fest eingelagert sind. Eine jede Drüse besteht aus einem Ausführungsgange, der nach allen Seiten hin kurze kugelförmige und mit Zellen erfüllte Säckchen (Acini) aufsitzen hat. Aehnliche Drüsen wie in den Lidern lagern auch auf dem Boden des innern Augenwinkels unter der Bindehaut und zwar in Gestalt eines rundlichen rothen Hügelchens, welches Thränenkarunkel genannt wird. — Die Bereitung der Thränen geschieht in der Thränendrüse, welche in ihrer Structur den Speicheldrüsen gleicht, über dem äußern Augenwinkel in einer Vertiefung der oberen Augenhöhlenwand ihre Lage hat und die Thränen durch sieben bis zehn Ausführungsgänge unter dem obern Augenlide, zwischen Augapfel und Lide ergießt. Mittelst des Augenlidblinkens werden die Thränen, welche fortwährend in kleinen Mengen abgesondert werden, über die vordere von Bindehaut überzogene Fläche des Augapfels hinweg nach dem innern Augenwinkel gespült und sammeln sich hier in einer Vertiefung, dem Thränensee. In diesen See tauchen zwei kleine Mündungen, die Thränenpunkte, von denen der eine am obern, der andere am untern Augenlidrande auf einer kleinen Erhöhung (Thränenwärzchen), ganz in der Nähe des innern Augenwinkels, steht und fortwährend die sich im Thränensee ansammelnden Thränen verschluckt, um sie durch das feine Thränenkanälchen in den Thränensack zu leiten und von hier durch den Thränenkanal herab in die Nasenhöhle zu schaffen. Dieser Zusammenhang der Nasenhöhle mit dem Auge durch die Thränenwege vermittelt nicht selten den Uebergang eines Katarrhs (Entzündung) aus der Nase auf die Bindehaut der Lider und des Augapfels. Verschluß der Thränenwege erzeugt natürlich Ueberfließen der Thränen über den untern Augenlidrand, sowie dies auch beim Weinen (s. S. 255), wo mehr Thränen abgesondert werden als die Thränenpunkte aufsaugen können, der Fall ist. Die Thränenflüssigkeit ist klar, farblos, alkalisch und von salzigem Geschmack. Die Absonderung der Thränen wird durch verschiedene psychische Erregungen sowie durch Reizungen der Bindehaut, der Nasenschleimhaut und der Netzhaut bedeutend gesteigert. — Die Augenbrauen halten den von der Stirn herabrinnenden Schweiß vom Auge ab und leiten ihn nach außen.

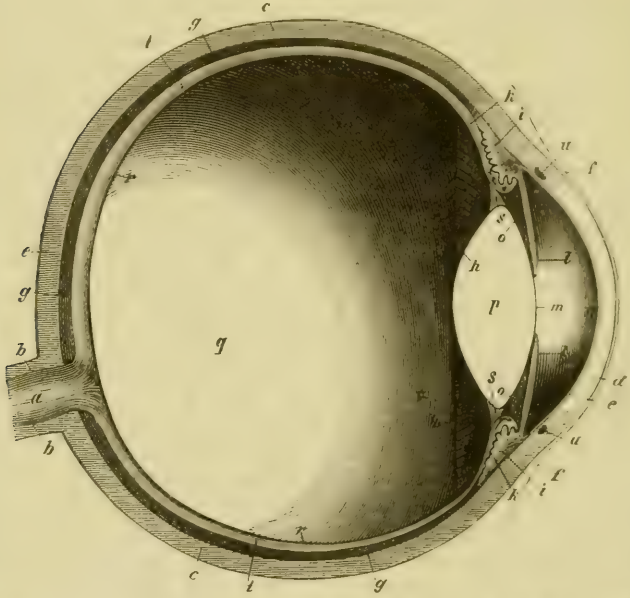
## Bau des Augapfels.

Der Augapfel (Bulbus) wird von drei concentrisch um einanderliegenden verschiedenartig gebauten Hautschichten gebildet, von welcher die erste aus der Hornhaut und weißen Augenhaut, die zweite aus

der Aderhaut und Regenbogenhaut, die dritte aus der Netzhaut und dem Strahlenblättchen (Zonula Zinii besteht. Die Höhle dieser Kugel ist von dem durchsichtigen Kerne des Auges, nämlich von dem Augenwasser, der Linse und dem Glaskörper erfüllt.

a) Die **erste** oder **äußerste Hautschicht** des Augapfels, welche für sich allein eine vollständig geschlossene Hohlkugel bilden würde, verleiht dem Augapfel seine Größe und Form und besteht aus zwei

Fig. 80.



a. Sehnerv. b. Scheide des Sehnerven. c. Weiße Augenhaut. d. Hornhaut. e. Wasserhaut. f. Bindehaut. g. Aderhaut. h. Faltenkranz oder Strahlenkörper. i. Spannmuskel der Aderhaut. k. Strahlen des Faltenkranzes. l. Regenbogenhaut, Iris. m. Pupille. n. Vordere und o. hintere Augenkammer (mit Kammerwasser). p. Linse mit Linsenkapsel. q. Glaskörper mit r. der Glashaut (Grenzhaut der Retina) und s. dem Petit'schen Kanal. t. Netz- oder Nervenhaut, Retina. u. Schlemm'scher Kanal (in der Grenze zwischen Hornhaut, Iris und weißer Augenhaut). v. Strahlenblättchen oder Aufhängeband der Linse.

ziemlich derben, starren Häuten, von denen diejenige, welche den größern Theil (fast fünf Sechstel) und den hintern Umfang des Augapfels bildet, die harte oder weiße Augenhaut (Sclerotica c) heißt. Sie ist perlmutterweiß, undurchsichtig, von faserigem Baue (aus lockigem Bindegewebe und elastischen Fasern), mit Saftkanälchen durchzogen, aber arm an Blutgefäßen und Nerven, hinten siebartig vom Sehnerven (a), dessen Scheide (b) sich unmittelbar in diese Haut fortsetzt, durchbohrt, während

sich vorn die Augenmuskeln an sie anheften und sie dadurch bedeutend verstärken. Sieht man Jemand in das offenstehende Auge, so erblickt man am innern und äußern Augenwinkel und besonders beim Verdrehen des Auges den vordersten Theil dieser Haut als „das Weiße des Auges". — Den vordersten (sechsten) Theil der äußeren Hautschicht oder Hohlkugel bildet die durchsichtige, uhrglasähnliche und stärker als die weiße Haut gewölbte Hornhaut (Cornea d), so daß diese an der Vorderfläche des ellipsoidischen Augapfels einen angesetzten kleinen Kugelabschnitt bildet. Die Hornhaut, welche das Fenster des Auges bildet und dem letztern vermöge ihrer Glätte und Klarheit seinen spiegelnden Glanz verleiht, hängt nach hinten ununterbrochen mit der weißen Augenhaut zusammen, ist sehr arm an Blutgefäßen und besteht aus einer knorpelartig-bindegewebigen Masse, welche von einem saftführenden Kanalnetz durchzogen ist, in dessen Innern sich Zellen finden. Die Saftkanälchen ersetzen die fehlenden Blutgefäße. Sie wird äußerlich von der Bindehaut (f) und an ihrer inneren ausgehöhlten Fläche, welche in die vordere, mit Wasser erfüllte Augenkammer (n) sieht, von der zarten mit Epithel bekleideten Wasserhaut oder Descemet'schen Haut (e) überkleidet. Die Hornhaut, welche ihrer Durchsichtigkeit wegen den Lichtstrahlen in das Auge einzutreten erlaubt, zeigt sich bei offenem Auge als das Spiegelnde vor dem sogenannten Augensterne (der bunten ringförmigen Regenbogenhaut und der schwarzen Pupille).

Das vordere Drittel des Augapfels ist mit einer feinen Schleimhautschicht, der sogen. Augapfel-Bindehaut (f), überkleidet, welche sich nach außen auf die innere Fläche der Augenlider fortsetzt und hier Augenlid-Bindehaut genannt wird. Am innern Augenwinkel bildet die Augapfel-Bindehaut eine halbmondförmige Falte, welche als das Rudiment (s. S. 16) der Nickhaut oder eines dritten Augenlides betrachtet wird. Das Stück der Augapfel-Bindehaut, welches die Hornhaut überkleidet, ist bedeutend dünner und durchsichtiger als das der weißen Augenhaut; es besteht nur aus einem zarten Oberhäutchen. — Der Sehnerv wird bei seinem Durchtritt durch die weiße Augenhaut von einem geschlossenen Gefäßkranze (dem Zinn'schen oder Haller'schen Kranze) umgeben, welcher zahlreiche feine Aestchen in den Nerven hineinschickt.

Die **Hornhaut** besteht aus 4 Schichten verschiedener Häute, welche von außen nach innen so aufeinanderfolgen: 1. Bindehaut oder äußeres Epithelium der Hornhaut, ein geschichtetes Pflasterepithelium, ein Theil der Augapfelbindehaut; — 2. das eigentliche Hornhautgewebe, eine faserige, aus Bindesubstanz gebildete Schicht, in welcher Zellen, zu Bündeln vereinigte Fäserchen und Höhlungen (Saftkanälchen), welche die Zellen der Hornhaut beherbergen, gefunden werden. Blutgefäße enthält das Hornhautgewebe nur am Rande; — 3. die glasartige Lamelle der Hornhaut oder Wasserhaut (Descemet'sche oder Demours'sche Haut), welche keine mikroskopisch erkennbare Structur zeigt (homogen ist); — 4. Epithelium (Endothel) der Wasserhaut oder inneres Epithel der Hornhaut, besteht aus einer einfachen Lage abgeplatteter Zellen. — Der Hornhautfalz oder der Rand der Hornhaut, welcher mit der weißen Augenhaut zusammenfließt, hängt mit dem Rande der Regenbogenhaut zusammen und birgt den sogen. Schlemm'schen Kanal, welcher einen ringförmigen Lymphraum darstellt und die Absonderung des sogen. Kammerwassers (der lymphähnlichen Flüssigkeit der Augenkammern) regulirt.

b) Die **zweite** oder **mittlere Hautschicht**, welche eine vorn platte und mit einer runden Oeffnung (Pupille m) versehene Hohlkugel darstellt, die innerhalb der äußeren, von der Hornhaut und weißen Augenhaut gebildeten Hohlkugel steckt, besteht aus zwei sehr gefäß und nervenreichen, dunkelgefärbten und muskulösen Membranen, aus der Gefäß und aus der Regenbogenhaut, und dient hauptsächlich der Ernährung, Verdunkelung und Bewegung der inneren Augentheile. Manche nennen diese beiden Häute zusammen die „Traubenhaut Uvea", während Andere mit diesem Namen nur die hintere Fläche der Regenbogenhaut bezeichnen. — Die Aderhaut, Gefäßhaut oder schwarze Augenhaut (Chorioidea g), deren hinterer Theil ebenfalls vom Sehnerven (a) durchbohrt wird, liegt dicht an der inneren Fläche der weißen Augenhaut an und reicht vorwärts bis an den Rand der Hornhaut, wo sie sich theils mit einer dickeren Portion, mit dem für die Function des Auges sehr wichtigen Spannmuskel der Aderhaut (Strahlenbande oder Ciliarmuskel i) anheftet, theils nach innen zu einen, aus einigen 70 Strahlen oder Fortsätzen zusammengesetzten Faltenkranz (Strahlenkörper h) rings um die Linse bildet und die letztere in ihrer Lage erhält. Was den Bau der Aderhaut betrifft, so besteht ihre äußere Schicht vorzugsweise aus größeren Blutgefäßen und sternförmigen, mit schwarzen Körnchen erfüllten Zellen, die innere Schicht hingegen aus einem sehr engmaschigen Haargefäßnetze. — Da, wo sich vorn die Aderhaut an den Rand der weißen Augenhaut befestigt und wo diese letztere in die Hornhaut übergeht, zieht sich ein ringförmiger mit Lymphe erfüllter Kanal (Schlemm'scher Kanal u) kreisförmig in der Augenwand herum, und hier hängt die Regenbogenhaut oder Iris (l) in Gestalt einer Scheibe, in deren Mittelpunkt sich ein rundes Loch, die Pupille oder das Sehloch (m) befindet, senkrecht hinter der Hornhaut (d) und vor der vom Faltenkranze umgebenen Linse (p) herab. Die Iris erscheint, wenn man durch die Hornhaut hindurch in das Auge sieht, als ein bunt (braun, blau, graugrün) gefärbter Ring, der das Sehloch oder die Pupille umgiebt, welche letztere eine kreisrunde Oeffnung zum Durchtritt der Lichtstrahlen darstellt, aber deshalb tief schwarz erscheint, weil unter normalen Verhältnissen aus dem Innern des Auges keine Lichtstrahlen in das Auge des Beobachtenden dringen können. Durch die Iris, deren hintere Fläche tiefschwarz aussieht, ist der vordere, mit Augenwasser angefüllte und zwischen Hornhaut und Linse befindliche Hohlraum des Auges in die vordere (n) und hintere Augenkammer (o) geschieden; beide Kammern stehen aber durch die Pupille (m) nicht mit einander im Zusammenhange, weil die Iris mit ihrem Pupillenrande der vorderen Wand der Linsenkapsel dicht anliegt und an den Strahlenkörper stößt. Hinsichtlich ihres Baues ist die Regenbogenhaut faserig und muskulös, sowie sehr gefäß und nervenreich; rings an ihrem innern, das Sehloch begrenzenden

Rande enthält sie einen ringförmigen Schließmuskel, den Verengerer der Pupille, während sich von diesem strahlenförmig zum äußern Irisrande der Erweiterer der Pupille hinzieht. Durch die Thätigkeit beider Muskeln kann das Sehloch ebenso verengert wie erweitert werden. — Die bunte Farbe der vorderen Irisfläche hängt entweder von dem Pigment der hinteren Irisfläche oder von der Gegenwart und Menge gefärbter brauner Farbezellen ab. Bei blauen Augen, wo die letzteren gänzlich fehlen, schimmert das Pigment der hinteren Irisfläche durch die weiße Iris hindurch; entwickeln sich die Farbezellen der vorderen Irisfläche in geringer Anzahl, dann entsteht die lichtbraune Farbe; bei sehr geringer Menge der Farbezellen macht sich das Blau noch geltend und so entsteht die graue oder grüne Farbe; bei großer Menge wird das Blau gänzlich verdeckt und die Iris sieht schwarzbraun aus; zerstreute Anhäufungen von Farbezellen erzeugen die sogen. Rostflecke der Regenbogenhaut. Bei den Albinos (s. S. 112), denen der Farbestoff nicht nur im Auge, sondern überhaupt am ganzen Körper ganz oder fast ganz fehlt, tritt das Blutroth der Gefäße hervor (weiße Kaninchen und Mäuse). — Die Regenbogenhaut mildert das Licht und dient zur Abblendung der Randstrahlen, welche in Folge gewisser optischer Eigenthümlichkeiten kugelförmiger Flächen in dem im Brennpunkt erzeugten Bilde Fehler verursachen. Aus denselben Gründen bringt man in einer Camera obscura eine Scheidewand oder ein sogen. Diaphragma (eine undurchsichtige Platte mit einem Loch in der Mitte) an. Die Iris gewährt noch den besondern Vortheil, daß sie sich selbst regeln kann; sie erweitert ihre Oeffnung und läßt mehr Licht ein, wenn das Licht schwach ist und verengert umgekehrt ihre Oeffnung und läßt weniger Licht ein, wenn das Licht stark ist.

Die **Aderhaut**, welche ihre Lage zwischen der weißen Augenhaut und der Netzhaut hat, ist eine dünne, gefäßreiche Haut, welche hinten vom Sehnerven durchbohrt wird, diesen mit einem Ring umfassend und dünne Fäden in denselben hineinschickend. Vorn heftet sie sich an die Uebergangsstelle der weißen Haut in die Hornhaut und zwar mit der grauen ringförmigen Sehne des Ciliarmuskels (Spannmuskels der Aderhaut). Ihre äußere, der weißen Augenhaut zugewendete Oberfläche ist braun gefärbt und faserig, ihre innere graue und glatte Oberfläche ist im hintern Theile mit der Netzhaut lose verbunden, im vordern dagegen, wo sie rauh ist und durch tiefe Zwischenräume getrennte Erhabenheiten, die sogen. Ciliarfortsätze, Strahlenfortsätze bildet, fester vereinigt. — Die Ciliarfortsätze, 70—80 an der Zahl, stellen in ihrer Vereinigung eine regelmäßig gefaltete Krause dar, deren Zacken sich nach vorn erheben und bis zum äußern Rande der Pupille reichen. Ihre innere Oberfläche ist mit einer dicken Lage von schwarzem Farbstoff, der aber der Netzhaut angehört, bedeckt. Der ganze vordere Theil der Aderhaut, welcher rings um die Linse einen Strahlenkranz bildet, mit den Ciliarfortsätzen und dem Ciliarmuskel, wird Strahlenkörper oder Ciliarkörper genannt. — Den Hauptbestandtheil der Aderhaut bilden die Blutgefäße, welche in zwei Schichten, in einer äußeren und einer inneren über einander liegen; sie liegen in dem Gewebe der Aderhaut, welches aus einem dichten Netz veräftelter Fasern gebildet wird, in dessen Zwischenräumen bedeutende Mengen sternförmiger,

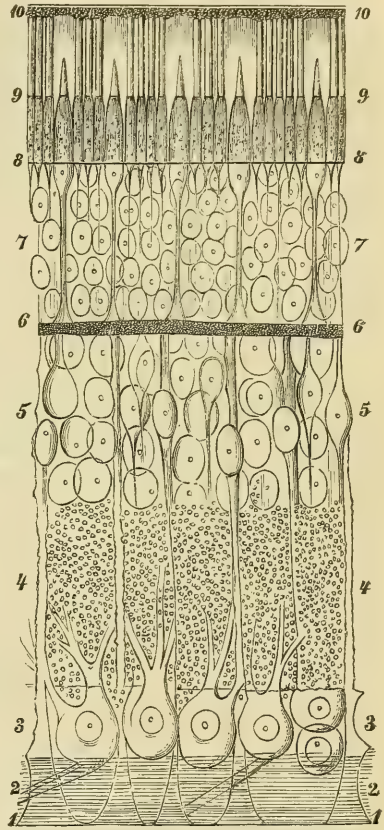
dunkelbrauner Pigmentzellen eingebettet sind und eine geringere Menge farbloser Zellen angetroffen werden, welche den weißen Blut- und Lymphkörperchen gleichen. Nach innen, an die Pigmentschicht der Netzhaut grenzend, bekleidet eine scheinbar structurlose aber leicht faserige Haut, die sogen. Glashaut, die Aderhaut. Ebenso ist ihre äußere Oberfläche mit einer Zellhaut bekleidet. Demnach ist die Aderhaut aus vier, oder wenn man die Pigmentschicht dazu rechnet, aus fünf Schichten zusammengesetzt, welche von innen nach außen so auf einander folgen: 1. Pigmentschicht (der Netzhaut), 2. Glashaut, 3. Haargefäßhaut, 4. Schicht der größeren Blutgefäße, 5. äußerer Ueberzug. — Einen für die Function des Auges sehr wichtigen Bestandtheil der Aderhaut bilden die glatten Muskeln, welche in dünne Bündel geordnet im Gewebe zwischen den Gefäßen zerstreut herumliegen, mit ihrer Hauptmasse aber im Strahlenkörper eingebettet sind und hier den sogen. Ciliarmuskel oder Spannmuskel der Aderhaut bilden, welcher durch seine Zusammenziehung die stärkere Wölbung der Linse beim Nahesehen bewirkt. — Die Nerven der Aderhaut stammen vom dritten und fünften Hirnnervenpaare und vom Sympathicus; sie durchbohren die weiße Augenhaut unweit vom Sehnerven, bilden Netze mit Ganglienzellen und erstrecken sich vorwärts zum Ciliarmuskel. — Lymphgefäße sind in der Aderhaut nicht gefunden worden; die Lymphe dieser Haut gelangt in zwei große spaltförmige Räume, von denen sich der eine zwischen der weißen Augenhaut und der Aderhaut befindet, der andere die Eintrittsstelle des Sehnerven scheidenartig umgiebt und mit dem Raume unter der Spinnwebenhaut des Gehirns (Arachnoidealraum s. S. 171) zusammenhängt. Beide Lymphräume stehen in Verbindung mit einander und mit der vorderen Augenkammer.

Die Regenbogenhaut oder Iris ist mit ihrem äußern Rande (Ciliarrand) an den Strahlenkörper und die Hornhaut befestigt; ihr innerer Rand (Pupillarrand) begrenzt die Pupille; die vordere mit Epithel bekleidete Oberfläche ist durch eine gezackte Leiste in eine äußere (Ciliar-) und eine innere (Pupillar-) Zone (Hälfte) getheilt, von welchen die erstere mit 5—7 concentrisch geordneten Falten, die letztere mit strahligen Fältchen besetzt ist. Die hintere Fläche (Traubenhaut oder Uvea) ist durch eine dicke Pigmentschicht schwarz gefärbt und geht am Ciliarrande in die Pigmentschicht der Ciliarfortsätze über. Diese Traubenhaut besteht aus Zellen mit schwarzen Pigmentkörnchen und besitzt eine Reihe (70—80) strahlenförmig geordneter seichter Falten, welche sich in gerader Linie vom pupillaren bis zum ciliaren Rande erstrecken. Das Gewebe der Iris ist dem der Aderhaut ähnlich und besteht aus der Grundsubstanz (Faserbündel und sternförmigen Farbezellen), Gefäßen (einem Arterienkranz und einem venösen Gefäßkranz, sowie einem spaltförmigen Ringkanal, welcher durch seine Spalten mit der vorderen Augenkammer communicirt und wie diese Lymphe enthält, d. i. der Schlemm'sche Kanal), Muskeln (einem ringförmigen Verengerer der Pupille und einem Erweiterer derselben mit strahlenförmigen Fasern), sowie feinen Nervenfäden, welche vom fünften Hirnnervenpaar und vom Sympathicus stammen.

c) Die **dritte** oder **innerste Hautschicht**, welche eine Hohlkugel bildet, an deren vorderem Theile sich eine Oeffnung für die Linse befindet, wird von der zum Sehen allerwichtigsten Membran, nämlich von der Nerven- oder Netzhaut (Retina, t), der hautartigen Ausbreitung des Sehnerven (a), und von der Zinn'schen Zonula oder dem Strahlenblättchen (Aufhängeband der Linse) gebildet. Die Netzhaut umgiebt den größten und hintersten Theil des Glaskörpers, ist im Leben vollkommen durchsichtig und purpurroth und hat in der Mitte ihres hintern Theiles, nach außen von der hügel-

förmigen Eintrittsstelle des Sehnerven (nach der Schläfenseite zu) einen kleinen runden gelben Fleck (mit einer seichten, intensiv gefärbten Central-Grube in seiner Mitte). Die Netzhaut erstreckt sich mit ihren nervösen Elementen nach vorn bis in die Gegend, wo sich an der Aderhaut die Ciliarfortsätze zu erheben beginnen und steht hier mit dem Strahlenblättchen in Verbindung. — Das Strahlenblättchen wiederholt die Bildung des Faltenkranzes, unter welchem es seine Lage hat und zwischen dessen Fortsätze sich dasselbe mit seinen Strahlen einlagert. Es erstreckt sich in Form einer Halskrause vom gezackten und pigmentirten vordern Rande der Netzhaut (Ora serrata) vorwärts bis an den Rand der Linsenkapsel.

Fig. 81.




Schema der Netzhautschichten. 1. Innere Grenzschicht (frühere Glashaut); 2. Sehnervenfaserschicht; 3. Ganglienzellenschicht; 4. innere granulirte Schicht; 5. innere Körnerschicht; 6. äußere granulirte Schicht; 7. äußere Körnerschicht; 8. äußere Grenzschicht; 9. Stäbchen- und Zapfenschicht; 10. Pigmentschicht.

Die **Netzhaut**, welche eine gewölbte, einer Kugelschale ähnliche Haut darstellt, besteht aus 10 über einander liegenden, verschieden gebauten Schichten, und bildet die häutige Endausbreitung des Sehnerven im Hintergrunde des Augapfels. Die Grundsubstanz, in welcher die Nervenfasern und Nervenzellen eingebettet sind, besteht aus einer schwammähnlich gebauten Bindesubstanz, welche Blutgefäße und wahrscheinlich auch Lymphgefäße enthält. Außer Nervenfasern enthält die Netzhaut verschiedene Formen von Nervenzellen, welche in den Verlauf von Fasern eingeschoben sind, bevor diese ihr peripherisches Ende erreichen. An diesem Ende befindet sich ein ganz eigenthümlicher Endapparat, bestehend aus Stäbchen und Zapfen, welche von pigmentirten Scheiden umgeben werden.

Die Netzhautschichten folgen von innen (vom Glaskörper aus) nach außen so auf einander: 1. innere Grenzschicht, oft innig mit der Oberfläche des

Glaskörpers verbunden (früher als die Glashaut des Glaskörpers beschrieben); 2. Faserschicht des Sehnerven, mit regelmäßig strahligem Verlauf der Fasern; 3. Ganglienzellenschicht, aus Nervenzellen mit Fortsätzen; 4. innere granulirte (moleculäre) Schicht, bestehend aus feinsten Nervenfasern, Bindegewebsnetz und feinen Körnchen unbekannter Natur; 5. innere Körnerschicht, mit zwei verschiedenen Arten von zelligen Elementen und Fasern; 6. äußere granulirte (Zwischenkörner-) Schicht, eine dünne Lage fein netzförmig gestrickter, einzelne Kerne und glatte Zellen einschließender Substanz, in welcher die inneren Enden der Stäbchen- und Zapfenfasern wurzeln; 7. äußere Körnerschicht aus kernhaltigen Anschwellungen der Stäbchen-Zapfenfasern, eine eigenthümliche Form von Nervenzellen; 8. äußere Grenzmembran, eine körnerlose Faserschicht; 9. Stäbchen- und Zapfenschicht, bedeckt gleich einem Wald dicht stehender Palliſaden die äußere Fläche der äußeren Körnerschicht und schließt die Retina als Nervenhaut ab; 10. Pigmentschicht, d. i. eine Schicht von sechsseitigen körnchenhaltigen Pigmentzellen, welche früher als das Pigmentepithel der Aderhaut bezeichnet wurde. Die Intensität des Pigments ist schwankend, am dunkelsten beim Neger, am geringsten beim blonden Menschen; ganz oder fast ganz fehlt das Pigment bei den Albinos. Die stützende Bindesubstanz der Netzhaut durchsetzt fast alle Schichten der Netzhaut, stellt in diesen ein Gerüste für die Elemente derselben dar und hat die größte Verwandtschaft mit der Neuroglia (siehe S. 158).

Die Stäbchen und Zapfen sind die eigentlichen nervösen Endorgane des Sehnerven und in ihnen findet die Umwandelung von Licht (Aetherbewegung) in Nervenbewegung statt, welche dem Sehacte in letzter Instanz zu Grunde liegt. Die Netzhaut hat demnach das Vermögen, die Schwingungen des Aethers, welche den phyſikaliſchen Grund des Lichts ausmachen, in einen Reiz für die Fasern der Sehnerven zu verwandeln, welche ihrerseits die Fähigkeit besitzen, durch ihre Erregung im Gehirne die Empfindung von Licht zu erwecken. Lichtempfindung ist aber das Werk des Gehirns und nicht der Netzhaut. Was immer die Fasern des Sehnerven in Thätigkeit versetzt, bringt stets im Gehirne gewisse Veränderungen hervor, welche Lichtempfindung zur Folge haben. Stäbchen und Zapfen stehen durch Fasern (Stäbchen- und Zapfenfasern, aus sehr feinen Fäserchen bestehend) mit den äußeren Körnern (Stäbchen- und Zapfenkörnern) in ununterbrochenem Zusammenhange; die Zapfenfasern sind dicker als die Stäbchenfasern, beide sind blaß und von glatter Oberfläche. Die Stäbchen sind cylinderisch, stehen dicht neben einander und nehmen in regelmäßigen Abständen die flaschenförmigen Zapfen zwischen sich. Letztere verschmälern sich nach Art einer Weinflasche und gehen in eine konische Spitze über, deren Ende vor das Ende der Stäbchen fällt, so daß die Zapfen länger als die nebenliegenden Stäbchen sind. An beiden Gebilden unterscheidet man deutlich zwei Theile: ein inneres und ein äußeres Glied; das Außenglied ist bei beiden gleich, regelmäßig stabförmig, stark lichtbrechend und der eigentliche lichtempfindende Theil. Das Innenglied ist offenbar einfach nervöser Natur, bei den Stäbchen von gleicher Dünne mit dem Außengliede, bei den Zapfen spindelförmig und längsgestrichelt. Stäbchen und Zapfen bestehen aus einer gleichartigen, fettig glänzenden, krystallhellen weichen und sehr zarten Masse; beide sind durchaus ähnlich gebildet und, abgesehen von der verschiedenen Dicke der zugehörigen Nervenfasern, besteht kein anderer wesentlicher Unterschied. Die Untersuchungen von Max Schultze haben als fast sicher erwiesen, daß die Zapfen der Farbenwahrnehmung dienen, während den Stäbchen das Lichtunterscheidungsvermögen zukommt. Die Zapfen scheinen eine Farbentastatur vorzustellen, so daß also nicht jeder Zapfen zur Wahrnehmung aller Farben geeignet ist, sondern die einen nur roth, die anderen nur grün u. s. w. empfinden lassen, wenn gemischtes Licht auf sie einwirkt.

Der gelbe Fleck, welcher am hintern Ende der Sehaxe in der Netzhaut seine Lage hat und diejenige Stelle ist, auf den die Strahlen desjenigen Punktes fallen, den man scharf in's Auge faßt (fixirt), entsteht dadurch, daß zwischen die Elemente der verschiedenen Retinaschichten, mit Ausnahme der Stäbchen und Zapfen und der äußeren Körnerschicht, ein intensiv gelber Farbstoff eingebettet ist. Im Mittelpunkt des gelben Fleckes findet sich an der vorderen, dem Glaskörper zugewandten Fläche die Centralgrube, in welcher der Farbstoff am intensivsten ist (bei blauen Augen etwas heller als bei braunen). Der Farbstoff besitzt keine körnige Structur, stört deshalb die Durchsichtigkeit der Netzhaut an dieser Stelle nicht, er absorbirt aber einen Theil der violetten und blauen Strahlen, ehe dieselben die Zapfenschicht erreichen. Die Netzhaut ist an der Stelle des gelben Fleckes, mit Ausnahme der Grube, dicker und weicher als in der Umgebung, denn hier häufen sich die zarteren nervösen Elemente bedeutend an (besonders die Ganglienzellen und die äußeren Körner), während die Netze und Fasern des Stützgewebes sehr zurücktreten. Die Stäbchen treten ebenfalls sehr zurück, schwinden nach der Grube endlich ganz und ihre Stelle wird von Zapfen eingenommen. Die Zapfen aber, welche dichtgedrängt neben einander stehen, werden bis zur Grube hin immer dünner und länger und gleichen hier in ihrer Dicke den Stäbchen. — An dem Eintrittspunkte des Sehnerven fehlen die Stäbchen und Zapfen ganz und gar und es finden sich vorherrschend die Fasern des Sehnerven. Da nun aber Licht, welches blos auf die Sehnervenfasern fällt und nicht auf die Endorgane (Stäbchen und Zapfen), dieselben nicht erregen kann, so kann mit dieser Stelle des Auges Licht nicht empfunden werden und sie wird deshalb der blinde Fleck genannt.

d) Der **Lichtbrechungsapparat**, welcher den von den genannten drei Hautschichten umgrenzten Hohlraum des Augapfels ausfüllt und aus glashellen, durchsichtigen, theils festen, theils flüssigen Materien gebildet wird, besteht aus dem Kammerwasser (das Augenwasser in der vorderen und hinteren Augenkammer n, o), der Krystalllinse (p) und dem Glaskörper (q). Dieser durchsichtige, als dioptrischer Apparat wirkende Kern des Auges wird an seinem hintern Umfange, dem Glaskörper (q), von der Netzhaut (t) umfaßt, so daß alle durch den Lichtbrechungsapparat hindurchdringenden und durch ihn gebrochenen Lichtstrahlen auf diese fallen müssen.

Das Augenwasser, welches sich in den Augenkammern befindet, ist eine klare, durchsichtige, farblose, dünne Flüssigkeit, welche neuerlich als Lymphe erkannt wurde, die aus der Iris und den Ciliarfortsätzen stammt. Ein Zufluß dieser Lymphe findet an zwei Stellen statt: aus dem Petit'schen Kanale durch feine Spalten zwischen dem Pupillarrande der Iris und der vorderen Linsenfläche und aus dem Schlemm'schen Kanale, welcher in der Grenze zwischen Regenbogenhaut, Hornhaut und weißer Augenhaut gelegen ist. Abnorme Vermehrung der Augenflüssigkeiten und dadurch bedingte Drucksteigerung im Innern des Augapfels kann zum allmählichen Schwund des Sehnerven und so zu dauernder Erblindung (sogen. „grüner Staar oder Glaukom") führen.

Die Linse (p), in der wasserhellen, durchsichtigen und sehr elastischen Linsenkapsel vollständig fest eingeschlossen, gleicht einem stark gewölbten Brennglase, welches an der vorderen Fläche flacher, an der hinteren stärker gewölbt ist. Sie hat ihre Lage dicht hinter der Regenbogenhaut, in einer schüsselförmigen Vertiefung des Glas-

körpers (q), rings vom Faltenkranze (h) und Strahlenblättchen (auch Aufhängeband der Linse genannt fest umgeben. Sie besteht hauptsächlich aus Schichten von blassen wasserhellen sechsseitigen Fasern und Röhren (Linsenfasern, d. i. in die Länge ausgezogene Zellen), welche mit sägeartig gezähnten Rädern fest in einander greifen. Unter dem vordern Rand der Linsenkapsel findet sich eine Schicht glasartig durchsichtiger, vieleckiger Zellen, als deren Umwandelungsproducte die Linsenfasern aufzufassen sind. Die Consistenz der Linsenmasse, welche aus eiweißartigen Stoffen, hauptsächlich aus dem Globulin besteht und einer elastischen Gallerte gleicht, nimmt vom Umfange nach ihrem Mittelpunkte hin (d. i. der Linsenkern) zu; im Alter ist sie gelblich und trübe. Die Trübung der Linse (graue Verfärbung der Pupille) und die hierdurch bedingte Verminderung des Sehvermögens wird „grauer Staar" genannt. Mit Hülfe des Spannmuskels der Aderhaut kann die Linse, besonders an ihrer vorderen Fläche, stärker gewölbt werden, worauf die Fähigkeit des Auges, sich der größeren oder geringeren Entfernung der verschiedenen Sehobjecte anzupassen oder zu „accommodiren", beruht.

Der Glaskörper (q), welcher eine wasserhelle Kugel darstellt, füllt hinter der Linse und dem Faltenkranze den von der Netzhaut umgebenen Raum aus, nimmt vorn die Linse in einer tellerförmigen Vertiefung auf und wird nicht, wie man früher annahm, von einer sogen. Glashaut (r) umschlossen. Die früher angenommene Glashaut, welche, wie man annahm, sich vorn mit zwei Blättern, die einen dreieckigen, sich rings um den Linsenrand herumziehenden Petit'schen Kanal (s) zwischen sich lassen, und an die vordere und hintere Fläche der Linsenkapsel anheften sollte, ist nach neueren Untersuchungen ein Bestandtheil (die sogen. innere Grenzschicht) der Netzhaut und liegt folglich dem Glaskörper nur soweit unmittelbar an, als dies die Netzhaut thut, also bis zur Ora serrata (s. S. 331). Von hier aus verwächst das Strahlenblättchen (Zonula Zinnii) mit dem Glaskörper und bildet vorn am Rand der Linse die vordere Wand des Petit'schen Kanals, während die hintere Wand vom Glaskörper gebildet wird. Der Petit'sche Kanal, welcher durch feine Spalten mit der vorderen Augenkammer communicirt, enthält eine dünne Lymphschicht, welche sich nur nach der vorderen Augenkammer hin, nicht umgekehrt, ergießen kann. Mitten durch den Glaskörper hindurch läuft von dem Eintritt des Sehnerven bis zur hinteren Fläche der Linsenkapsel ein feiner Kanal, der beim Embryo die hintere Linsenkapselarterie enthält. Was den Bau des Glaskörpers betrifft, so ist derselbe aus zahlreichen feinsten Lamellen und dazwischen eingeschlossener, farbloser, schleimiger Flüssigkeit zusammengesetzt.

**Sehen.** — Zum Wahrnehmen von Gegenständen müssen die von leuchtenden Punkten ausgehenden Lichtstrahlenbüschel* wieder an bestimmten Punkten der Netzhaut zur Vereinigung gebracht werden und dies geschieht im Auge mit Hülfe der lichtbrechenden Substanzen (Hornhaut, Augenwasser, Linse und Glaskörper). Die auf die Netzhaut fallenden Strahlen werden aber nur dann im Gehirn empfunden, wenn die in dieser Haut befindlichen Nervenendigungen des Sehnerven von den Aetherschwingungen in einer uns unbekannten Weise erregt werden. Ausschließlich die Nervenendigungen, die Stäbchen und Zapfen, sind durch Aetherschwingungen erregbar; den Nervenfasern kommt dieses Vermögen weder in der Netzhaut, noch im Stamme des Sehnerven zu. Die Unempfindlichkeit der Netzhaut, des Sehnerven oder der Sehportion des Gehirns, durch welche das Sehvermögen außerordentlich vermindert

---

* Die Verbreitung des Lichts geschieht von einem in freiem Raum gedachten leuchtenden Punkte aus strahlenförmig nach allen Richtungen hin, so daß er eine Strahlenkugel bildet und ein leuchtender Körper eigentlich zu einer feinen Mosaik leuchtender Punkte wird. Befindet sich nun unser Auge in einer solchen Stellung, daß Strahlen von einem leuchtenden Punkte aus in dasselbe einfallen können, so müssen natürlich diese Strahlen ein kegelförmiges Büschel bilden, einen sogen. Strahlenkegel oder ein Lichtbündel, dessen Spitze der leuchtende Punkt ist und dessen Basis auf das Auge fällt. Die mittleren Strahlen dieser Kegel heißen Axen- oder Richtstrahlen. — Um nun diese aus einander gehenden Strahlen wieder in einem Punkt (Brennpunkt, Focus) zu einem Bilde zu vereinigen, dazu bedarf es eines Lichtbrechungs- oder Sammelapparates, einer sogen. Linse. Die Entfernung des Brennpunktes von der Linse oder die Brennweite hängt von dem Brechungsvermögen der Linsensubstanz überhaupt und von der Convexität ihrer beiden Flächen ab. Je stärker convex die Linse ist, desto näher, je schwächer convex desto ferner wird der Brennpunkt der Linse liegen. Da eine convexe Linse ein deutliches Bild nur in ihrem Brennpunkte liefert, so können in einer Camera obscura nicht gleichzeitig deutliche Bilder von näheren und entfernteren Gegenständen entworfen werden. Um deutliche Bilder von Gegenständen aus verschiedener Entfernung zu erlangen, ist die Linse an der Camera obscura zum Hin- und Herschieben eingerichtet: bei entfernteren Gegenständen schiebt man die Linse zurück, bei näheren vor, um dadurch das Brechungsvermögen der Linse herabzusetzen oder zu steigern. Dasselbe kann aber auch durch Wechsel der Linse erreicht werden; indem man eine schwächer convexe einsetzt, wenn Bilder von entfernteren Gegenständen und eine stärker convexe, wenn Bilder von näheren Gegenständen erzeugt werden sollen. Im menschlichen Auge ist der Lichtbrechungs- oder Sammelapparat so construirt, daß ein und dieselbe Linse ihre Convexität und damit ihr Brechungsvermögen so verändern kann, daß deutliche Bilder von näheren und ferneren Gegenständen auf der Netzhaut entstehen (s. bei Accommodation). — Die Wellen des Lichts (siehe S. 187) machen unendlich mehr Schwingungen in derselben Zeit als die des Wassers und des Schalles, ihre Zahl schwankt zwischen 400 und 800 Billionen in der Secunde. Die Verbreitung des Lichts geschieht demnach mit großer Schnelligkeit, und es durchläuft gegen 42,000 Meilen (300,000,000 Meter) in der Secunde, so daß es, um von der Sonne zur Erde zu gelangen (sonach 20,000,000 geographische Meilen zu durchlaufen), etwa $8^1/_4$ Minuten braucht. Natürlich nimmt es in seiner Verbreitung mit der Entfernung an Stärke ab.

oder gänzlich aufgehoben wird, pflegt man als „schwarzen Staar oder Amaurose“ zu bezeichnen.

Die Lichtstrahlen haben also im Auge folgenden Weg zu nehmen, um auf die Netzhaut zu gelangen: zuerst dringen sie durch die gekrümmte und von Thränen bespülte Hornhaut (d), die außen mit der Bindehaut (f), und innen mit der von Epithel bekleideten Wasserhaut (e) überkleidet ist; sodann gelangen sie durch das dünne Augenwasser der vorderen Augenkammer (a), durch die Pupille (m) zu der in die Linsenkapsel eingeschlossenen Linse (p), welche die größte Dichtigkeit von den genannten durchsichtigen Körpern hat und von außen nach innen an Brechungsvermögen zunimmt. Aus der Linse gehen sie schließlich durch den weniger dichten Glaskörper (q), hinter welchem die Netzhaut (t) ausgebreitet ist. Auf diesem Wege werden nun die Lichtstrahlen, in Folge der verschiedenen Dichtigkeit der durchsichtigen Körper, so gebrochen (denn nur die Axenstrahlen eines Lichtkegels gehen ungebrochen durch das Auge), daß sich ein Bild von einem vor unserem Auge befindlichen Gegenstande umgekehrt und verkleinert (wie in der Camera obscura des Photographen) auf der Netzhaut repräsentirt* und vollkommen deutlich nur dann, wenn Linse und Netzhaut eine solche Entfernung von einander haben, daß die Lichtstrahlen auf der Netzhaut in einem Punkte (Brennpunkte), nicht in einem Kreise (Zerstreuungskreise) zusammentreffen. Daß die durch den Mittelpunkt der Pupille und Linsen gehenden Lichtstrahlen ein schärferes, deutlicheres Bild liefern als die seitlich einfallenden, kommt daher, daß sie auf den gelben Fleck mit der Centralgrube fallen und dieser für den Lichtreiz am empfänglichsten ist. Die durch den Rand der Linse gehenden Lichtstrahlen, welche anders (schneller) als die durch die Mitte derselben dringenden gebrochen werden, wirken deshalb nicht störend, weil der Rand der Linse durch eine Blendung (Diaphragma), und diese ist die Regenbogenhaut, verdeckt wird. Aber diese Blendung ist so eingerichtet, daß sie mit Hülfe der Erweiterung und Verengerung ihrer Oeffnung (der Pupille), je nach Bedarf bald mehr bald weniger Licht in das Auge fallen lassen kann. Ersteres geschieht beim Fernesehen und schwachem Lichte, letzteres beim Nahesehen und grellem Lichte.

Manche Gifte bewirken Veränderungen der Pupille; erweiternd wirkt Atropin (in der Tollkirsche) durch Lähmung des Ringmuskels; verengernd wirken Morphium (im Opium), Nicotin (im Tabak), Calabar und ihr Alkaloid Physostigmin oder Eserin (in der Calabarbohne); Chloroform, Aether und Alcohol bewirken zuerst Verengerung und dann Erweiterung.

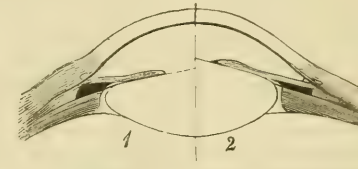
Die in das Auge gedrungenen Lichtstrahlen werden hier zum Theil aufgesogen, zum Theil aber wieder zurückgeworfen. Ersteres geschieht mit Hülfe des schwarzen Farbstoffes; letzteres durch die Stäbchen und Zapfenschicht (besonders durch die Außenglieder derselben). Das zurückgeworfene Licht kehrt aus dem Auge theils direct (die Axenstrahlen), theils nach Reflexion an den Stäbchenwänden, wieder zu dem leuchtenden Punkte, von dem es ausging, zurück. Durch diese Einrichtung wird der Uebergang von Strahlen von einem Theile der Netzhaut auf den andern (Interferenzen) verhütet und dadurch ein deutliches Sehen ermöglicht. Diese Einrichtung ist auch der Grund, warum beim Hineinblicken in ein Auge der Augengrund immer dunkel erscheint. Nur mit Hülfe der reflectirten Strahlen können wir, wenn sie aus unserm eigenen

* Schneidet man bei einem weißen Kaninchen unmittelbar nach dessen Tode das Auge aus und hält dasselbe, nachdem es sorgfältig gereinigt und in eine Papierrolle gesteckt wurde, so gegen ein Fenster, daß das Sehloch nach vorn gerichtet ist, dann zeigt sich auf der hinteren Wand des durchscheinenden Auges das sehr zierliche Bildchen des Fensters und der vor diesem befindlichen Gegenstände in ihren natürlichen Farben, aber sehr verkleinert und stets verkehrt. Eben dasselbe findet auch in unserm Auge statt und Alles, was gerade vor demselben existirt, drückt sich als ein kleines, verkehrt stehendes Bildchen auf der Netzhaut ab.

Auge in das Auge einer andern Person fallen, den Hintergrund im Auge jener Person sehen. Künstlich wird der Augengrund durch den „Augenspiegel oder das „Ophthalmoskop“ (Helmholtz 1851) beleuchtet, dessen Wesen darin besteht, daß das Licht einer Flamme so in das beobachtete Auge hineingeworfen wird, als ob es von dem beobachtenden Auge käme. Der beleuchtete Augengrund erscheint im rothen Lichte und zwar rührt die rothe Farbe vom Blutkreislaufe der Netzhaut her. Albinos, weiße Kaninchen und Mäuse zeigen einen leuchtenden Hintergrund und ihre Pupille erscheint roth, weil der Ader- und Netzhaut das Pigment fehlt und daher Licht durch die weiße Augenhaut und die Aderhaut dringen und die ganze Netzhaut erleuchten kann; ihre Pupille wird schwarz, wenn man dies Licht durch einen vor das Auge gestellten Schirm (mit einer kleinen Oeffnung für die Pupille) abblendet.

**Accommodation.** (Helmholtz 1855.) Ein normales Auge kann Gegenstände fast in jeder Entfernung deutlich sehen; es muß also nothwendig eine vom Willen abhängige Vorrichtung in demselben vorhanden sein, welche das Auge zu verändern und für verschiedene Entfernungen verschieden einzustellen vermag. Diese mit einer gewissen Anstrengung verbundene willkürliche Veränderung des Auges, um bald nahe, bald entfernte Gegenstände deutlich zu sehen, d. h. scharf auf der Netzhaut abzubilden, nennt man die „Accommodation“ oder die „Anpassung“ des Auges. Früher nahm man an, daß das ruhende Auge für eine mittlere Entfernung accommodirt sei und sprach deshalb von einer Accommodation für die Nähe (positive) und von einer für die Ferne (negative). Jetzt wird aber allgemein angenommen, daß das ruhende Auge normal für die unendliche Ferne accommodirt sei und daß es demnach nur eine Richtung der Accommodation, nämlich für die Nähe gebe. Beweise dafür sind: beim plötzlichen Oeffnen des lange geschlossenen Auges ist dasselbe für die Ferne eingerichtet; das Sehen in die Ferne ist nicht mit dem Gefühl der Anstrengung, wie das für die Nähe verbunden; Belladonna, welche den Accommodationsapparat lähmt, bewirkt eine unveränderliche Einstellung für die weiteste Ferne; weiterhin tritt bei nervöser Lähmung des Accommodationsapparates stets Accommodation für die Ferne ein, dagegen giebt es keine Lähmungszustände mit Accommodation für die Nähe.

Fig. 82.




Durchschnitt des vordern Augenabschnittes mit der Accommodation für die Ferne (1) und für die Nähe (2). Nach Helmholtz.

Bei der Accommodation des Auges für die Nähe nimmt man folgende Veränderungen äußerlich am Auge wahr: es verengert sich die Pupille, der Pupillenrand und die vordere Linsenfläche verschieben sich etwas nach vorn und die vordere Linsenfläche nimmt eine stärkere Wölbung an; es wird so dieser von der Iris nicht bedeckte und durch die Pupille hervorgewölbte Theil der vorderen Linsenfläche der Hornhaut genähert. Diese der Accommodation zu Grunde liegende stärkere Wölbung der Linse geschieht hauptsächlich durch den Accommodations- oder Spannmuskel der Aderhaut (Ciliarmuskel), welcher ringförmig im vordern Abschnitte der Aderhaut, zwischen dem Strahlenkörper und der weißen Augenhaut, gelegen ist (s. S. 328). Die strahligen Fasern dieses Muskels ziehen nämlich den vordern Rand der Aderhaut nach vorn, dadurch aber diese Haut sammt der Netzhaut wie einen Beutel um den Glaskörper zusammen, wobei dieser die Linse nach vorn drängt. Dadurch wird aber das Strahlenblättchen oder Aufhängeband der Linse, dessen Spannung in der Ruhe den Linsenrand nach hinten und außen zieht und also die Linse abflacht, durch sein Vorwärtsgedrängtwerden abgespannt und somit

ein Dickerwerden der Linie bewirkt. Durch die stärkere Wölbung der Linsenfläche bei der Accommodation wird ihre Brennweite i. Z. 335 verkürzt; dadurch werden die durch ihre Brechung an der Hornhaut schon convergent auf die Linie fallenden Strahlen äußerer leuchtender Punkte früher zur Vereinigung gebracht, als dies in dem in die Ferne sehenden Auge der Fall ist. Je näher der Gegenstand liegt, desto stärker muß sich die Linse wölben, desto kräftiger muß sich demnach der Spannmuskel zusammenziehen. Das Nahesehen ist also immer mit einer Muskelanstrengung verbunden; längeres Nahesehen wirkt daher ermüdend, wogegen das Sehen in die Ferne eine Erholung für das Auge ist. Das Accommodationsvermögen ist in der Jugend am größten und nimmt mit dem zunehmenden Alter ab, wahrscheinlich durch Härterwerden der Linse, worauf die Weitsichtigkeit der alten Leute beruht.

**Weite des deutlichen Sehens.** Es giebt für jedes Auge eine Grenze, über welche hinaus und herein ein Gegenstand von demselben nicht mehr scharf und deutlich gesehen werden kann; der fernste Punkt, von dem das Bild genau in die Netzhaut fallen kann, heißt der Fernpunkt und liegt bei vollkommen normalem Auge unendlich weit entfernt, der nächste heißt der Nahepunkt und dieser rückt um so näher heran, je leistungsfähiger der Accommodationsapparat ist; er liegt etwa 12—20 Centimeter vor dem Auge. Der Abstand zwischen beiden Punkten wird die Weite des deutlichen Sehens oder die deutliche Sehweite genannt. Normale oder emmetropische Augen vereinigen also im Ruhezustande, d. h. wenn sie für die Ferne eingerichtet sind, parallele Lichtstrahlen in einem Punkte auf der Netzhaut, d. h. ihr Brennpunkt liegt in der Netzhaut selbst. Kurzsichtige oder myopische Augen nennt man solche, bei denen die Augenaxe länger als bei dem normalen Auge ist. Bei kurzsichtigen Augen ist der Fernpunkt aus unendlicher Ferne in geringere Entfernung herangerückt; parallele Lichtstrahlen ferner Punkte, die im normalen Auge genau auf der Netzhaut vereinigt werden, werden schon vor der Netzhaut vereinigt; entfernte Gegenstände erscheinen daher auf der Netzhaut nur in Zerstreuungskreisen, die von den nach der Vereinigung wieder divergenten Strahlen gebildet werden. Ein solches Auge kann nur nähere Gegenstände, deren Lichtstrahlen sich auf der Netzhaut selbst vereinigen, ohne Brille genau sehen. Kurzsichtige müssen für das Fernsehen concave Brillen benutzen, welche die Divergenz der Strahlen vergrößern. Meist können sich kurzsichtige Augen für größere Nähen besser accommodiren, als die normalen Augen. Die Kurzsichtigkeit (Myopie) ist in der Regel angeboren, kann aber durch anhaltende Accommodation für die Nähe (Lesen kleiner Schrift, feine Handarbeiten) oder wenn der Accommodationsapparat durch ungenügende Beleuchtung übermäßig angestrengt wird, beträchtlich gesteigert werden. Uebersichtige oder hypermetropische Augen besitzen eine kürzere Augenaxe als das normale Auge; bei solchen Augen vereinigen sich die parallelen Lichtstrahlen nicht auf, sondern erst hinter der Netzhaut. Die Gegenstände erscheinen daher auf der Netzhaut in undeutlichen Zerstreuungsbildern. Durch Sammel-Convex-Gläser können die parallelen Lichtstrahlen, die sich hinter der Netzhaut vereinigen würden, vor der Netzhaut vereinigt werden. Weitsichtige oder fernsichtige (presbyopische) Augen sind solche, welche sich nicht für die Nähe accommodiren können. Wie oben erwähnt, nimmt das Accommodationsvermögen mit dem Alter ab. Bei normalen Augen liegt der Nahepunkt im 10. Lebensjahre etwa 6 Centimeter, im 23. in 10,5, im 40. in 30, von Anfang der Fünfziger in 40 Centimeter, d. h. in einer Entfernung, in welcher die Netzhautbilder sehr kleiner Gegenstände schon so klein werden, daß sie nur schwer zu erkennen sind. Im höhern Alter (vom 70. Jahre an) ist die Accommodationsfähigkeit fast gänzlich erloschen. Die Weitsichtigkeit (Presbyopie) ist daher eine Alterserscheinung, die sich aber durch eine Convex-Brille ausgleichen läßt. Die Convex-Gläser vor den Augen erhoben die Brechkraft in gleicher

Weise, wie dies bei normaler Accommodation die vermehrte Wölbung der Linse thut.

Die einfachste Art, die Lage des Nah- und Fernpunktes zu bestimmen, ist die Prüfung, in welchen Entfernungen das Auge einen Gegenstand, den man nähert und entfernt, deutlich erkennen (eine Schrift lesen) kann. Noch besser ist es, direct zu bestimmen, in welchen Entfernungen ein Gegenstand ein deutliches und in welchen er ein Zerstreuungsbild auf die Netzhaut wirft. Hierzu bietet der Scheiner'sche Versuch das sicherste Mittel. Betrachtet man einen Gegenstand (z. B. einen Stecknadelkopf) durch zwei nahe bei einander befindliche Löcher in einem Kartenblatt, so erscheint er einfach, sobald das Auge genau für ihn accommodirt ist, sonst dagegen doppelt. Nähert und entfernt man also den Gegenstand, so ist die Strecke, in welcher er einfach gesehen wird, die Weite des deutlichen Sehens. Hierauf gründen sich verschiedene, namentlich zur Auswahl von Brillengläsern dienende Apparate, die sogenannten „Optometer". Das verbreitetste (Stampfer'sche) benutzt als Object einen beleuchteten Spalt, dessen Entfernung vom Auge geändert und zugleich gemessen werden kann.

**Geradesehen.** Daß wir trotz des verkehrt auf der Netzhaut stehenden Bildes doch Alles aufrecht sehen, ist auf verschiedene Weise erklärt worden. Man meinte, daß wir aus der Muskelbewegung, welche wir machen müssen, um die eine oder die andere Grenze eines Gegenstandes zu finden und auf sie die Axe unseres Auges einzustellen, die Lage der Dinge erkennen. Denn an sich haben wir kein Bewußtsein von der Lage der einzelnen Theile der Netzhaut, kein Oben, kein Unten, kein Rechts und kein Links. — Auch hielt man es für möglich, daß eine Kreuzung der Sehnervenfasern in der Weise statt fände, daß die unteren Fasern aus der Netzhaut im Gehirne nach oben, die oberen nach unten treten und so das Unterste zu oberst gesehen würde. — Neuerlich erklärt man das Aufrechtsehen dadurch, daß das Bewußtsein die Objectpunkte, welche den Bildpunkten auf der Netzhaut entsprechen, in der Richtung der Sehstrahlen nach außen verlegt, daß also das wahrnehmende Gehirn nicht das auf der Netzhaut befindliche Bildchen, sondern die Strahlen des leuchtenden Gegenstandes selber sehe. Da nämlich unser Bewußtsein von Jugend auf sich gewöhnt hat, und zwar mit Beihülfe des Gefühls, jeden Gesichtseindruck als von äußeren Gegenständen erzeugt anzunehmen, so verlegt es nach und nach diesen Eindruck nach außen (in das Gesichtsfeld) und jedes auf der Netzhaut entstehende Bild wird auf einen äußern Gegenstand bezogen. Da nun aber dieses Verlegen des Netzhautbildes nach außen in der Richtung der Sehstrahlen geschieht, so müssen die auf der Netzhaut umgekehrten Bilder dem Bewußtsein aufrecht erscheinen. Da wir gewöhnt sind mit dem Sinne des Gesichts und des Gefühls zugleich zu beobachten, so wird die Wahrnehmung des Auges durch das Gefühl sogleich berichtigt. Daß wir in der That erst durch Betasten und Bewegung unseres Körpers von einem Orte zum andern die richtige Vorstellung von der Lage der Gegenstände und von ihrer Entfernung erhalten, beweisen Kinder und operirte Blindgeborene, die erst später richtig zu sehen vermögen.

**Einfachsehen mit beiden Augen.** Trotzdem, daß doch von jedem Auge ein Bildchen zum Gehirn geleitet wird und dieses also von einem einfachen Gegenstande zwei Bilder erhalten muß, sehen wir diesen Gegenstand doch nur einfach. Offenbar bringt also die gleichzeitige Erregung gewisser Netzhautpartien in beiden Augen nur eine einfache Empfindung im Gehirn hervor. Diejenigen Netzhautpunkte, auf welche in beiden Augen das Bild auffallen muß, um eine deutliche einfache Vorstellung von einem Gegenstande zu liefern, nennt man identische oder zugeordnete Netzhautpunkte. Nur wenn beide Netzhautbilder eines Gegenstandes auf identische Netzhautpunkte fallen, erscheint der gesehene Gegenstand einfach. Wird ein Augapfel falsch gelagert (z. B. beim Schielen, durch Wegdrücken mit dem Finger), so erscheint der gesehene Gegenstand doppelt, weil das Netzhautbild davon nicht mehr auf identische Punkte fällt. Diese Punkte, welche übrigens (in Folge der Sehnervenkreuzung an der Basis des Gehirns) von ein und demselben Sehnervenstamme mit Nervenfasern versehen werden, liegen bei normalen Augen in den in beiden Augen symmetrischen Netzhauttheilen, so daß die identischen Punkte der rechten

Netzhauthälfte des linken Auges auch in der rechten Hälfte des rechten Auges liegen u. s. f. Daß die gelben Flecke beider Augen identische Netzhautpunkte sind, geht daraus deutlich hervor, daß ein mit beiden normalen Augen fixirter Gegenstand stets einfach erscheint. Das Sehen mit zwei Augen gewährt den Vortheil, daß einzelne functionsunfähige Stellen der einen Netzhaut durch die identischen Stellen der anderen ausgeglichen werden.

Die **Größe der gesehenen Gegenstände** schätzt das Bewußtsein theils nach der Größe des Netzhautbildes, theils mit Hülfe der Augenbewegung (durch das Muskelgefühl in den Augenmuskeln, was auch durch Bewegungen des Kopfes und des ganzen Körpers unterstützt wird). Ist nämlich ein Gegenstand so groß, daß sein Bild nicht gleichzeitig ganz auf der Netzhaut entworfen werden kann, dann bewegen wir das Auge so, bis nach und nach alle Theile des Gegenstandes auf der Netzhaut sich dargestellt haben.

Die **Entfernung der Gegenstände vom Auge** schätzen wir zum Theil aus der Größe des Netzhautbildes (entfernte Gegenstände geben kleine Bilder), zum Theil durch den Muskelsinn. Dieser läßt bei der Accommodation des Auges und dem Sehen mit beiden Augen mehr oder weniger Anstrengung empfinden. Je näher z. B. die Gegenstände sind, eine um so größere Accommodationsfähigkeit wird nöthig. Ein Gegenstand erscheint uns also bei gleicher scheinbarer Größe um so näher, je größer sein Netzhautbild, je stärker wir accommodiren müssen und je größer die Convergenz der Augenachsen ist. Außerdem dienen uns die Lichtstärke (welche mit der Entfernung abnimmt) und die Verschiebung des Gegenstandes gegen andere zugleich gesehene als weitere Beihülfe für die Schätzung von Entfernungen.

Auf **Bewegung der Gegenstände** schließen wir aus der Bewegung der Netzhautbilder (was zu den Täuschungen beim Fahren Veranlassung giebt). — Das **Körperlichsehen** der Gegenstände (auch im Stereoskope) wird dadurch veranlaßt, daß die in jedem Auge entstehenden Netzhautbilder einige Verschiedenheiten zeigen, welche daher rühren, daß jedes Auge den gesehenen Gegenstand von einem verschiedenen Standpunkte aus betrachtet; die Identität zweier Netzhautpunkte ist eben niemals eine ganz vollkommene, sondern wir sind nur, durch die Erfahrung belehrt, gewöhnt sie mit einander zu verschmelzen: Muskelgefühl, Beleuchtung des Gegenstandes, die Gewöhnung und der Tastsinn unterstützen uns weiterhin beim körperlichen Sehen. Sehr entfernte Gegenstände (über 200 Meter) werden nicht mehr körperlich wahrgenommen.

**Beschaffenheit der Lichtempfindung.** Die in das Auge gedrungenen Lichtstrahlen werden hier zum Theil aufgesogen, zum Theil zurückgeworfen, während andere auf die Netzhaut fallende Strahlen dadurch zur Wahrnehmung kommen, daß die in dieser Haut befindlichen Nervenendigungen des Sehnerven von den Aetherschwingungen in einer uns unbekannten Weise erregt werden. Die erregungsfähigen Aetherschwingungen verursachen durch Fortleitung der Erregung von den Endorganen in der Netzhaut zu den Centralorganen des Sehnerven im Bewußtsein (Gehirn) den Eindruck der Lichtempfindung. Als lichtempfindende Nervenendigungen sind nur die Stäbchen und Zapfen zu betrachten. Beweise dafür sind: die Eintrittsstelle des Sehnerven, an welcher die Netzhaut nur aus Nervenfasern ohne Stäbchen und Zapfen besteht, ist zur Lichtwahrnehmung unfähig (blinder Fleck); die Centralgrube mit dem gelben Flecke, welche nur Zapfen und Stäbchen und keine Nervenfasern enthält, ist zum schärfsten Sehen geeignet; die Blutgefäße der Netzhaut, welche hinter der Nervenfaserschicht, aber vor der Stäbchen- und Zapfenschicht liegen, werfen, wenn das Auge von außen beleuchtet wird, auf letztere einen Schatten, welcher unter gewissen Bedingungen entoptisch wahrnehmbar ist (sogen. Purkinje'sche Aderfigur).

Nur die Endorgane des Sehnerven, also Stäbchen und Zapfen, sind durch Aetherschwingungen direct erregbar, nicht die Sehnervenfasern selbst, weder

innerhalb der Netzhaut, noch im Stamme desselben. Dagegen bewirkt jede Erregung (mechanische, elektrische Reizung) des Sehnerven an irgend einer Stelle seines Verlaufes oder seiner Endigungen die Empfindung des Lichtes. Nicht alle Aetherschwingungen vermögen die Endorgane der Sehnerven zu erregen; so sind z. B. die ultrarothen oder thermischen (Wärme-)Strahlen zur Erregung ganz unfähig, und die ultravioletten oder chemischen Strahlen sind nur schwer sichtbar zu machen. Bei längerer Dauer oder sehr intensiver Erregung der Netzhaut tritt eine Ermüdung der lichtempfindenden Organe ein, wobei die Reizempfänglichkeit an der getroffenen Netzhautstelle vermindert ist. Im Centrum der Netzhaut tritt sie schneller ein als an der Peripherie; des Morgens ist der Einfluß der Ermüdung am stärksten. Aus solcher Ermüdung erklärt sich die Erscheinung der Nachbilder; die bedeutend größere Empfindlichkeit der Netzhaut nach längerem Aufenthalt im Dunkeln; die größere Wirksamkeit intermittirender Lichtreize im Vergleich zu anhaltenden, wahrscheinlich deshalb, weil die neue Reizung gerade eintritt, wenn das Sehorgan von der vorhergehenden sich eben erholt hat. — Da eine erregte Sehnervenfaser noch eine Zeit lang im erregten Zustande beharrt, nachdem der erregende Lichtstrahl aufgehört hat (und zwar um so länger und intensiver, je anhaltender und intensiver die Erregung war), so bleibt nach jedem Gesichtseindrucke der gesehene Gegenstand noch eine kurze Zeit sichtbar, als Nachbild (positives). Hierauf beruhen das Thaumatrop und der Farbenkreisel, sowie die bekannten Erscheinungen, daß eine im Kreise geschwungene glühende Kohle einen feurigen Kreis, eine fallende Sternschnuppe oder steigende Rakete eine Lichtlinie bildet. War der Lichteindruck sehr stark, so ist das Nachbild zuweilen dunkel, d. i. negatives Nachbild. Hier ist die Erregbarkeit der getroffenen Fasern durch die Ermüdung momentan aufgehoben, so daß eine dunkle Stelle von derselben Gestalt wie der helle Gegenstand als Nachbild erscheint. Zuweilen wechseln positive und negative Nachbilder eine Zeit lang ab, indem die momentan aufgehobene Erregbarkeit momentan wiederkehrt und das positive Nachbild wieder erscheint, dann wieder verschwindet u. s. w. Werden Nachbilder durch intensives oder lange einwirkendes farbiges Licht hervorgebracht, so erscheinen dieselben in Folge der Ermüdung der, der primären Farbe entsprechenden Netzhautelemente nicht immer gleichfarbig (positiv), sondern häufig in einer anderen Farbe, der sogen. Contrastfarbe. Diese Farbe ist immer diejenige, welche die primäre zu dem gewöhnlichen Tageslicht ergänzt, also die Complementärfarbe derselben. Farbige Nachbilder erscheinen auch nach weißen Lichteindrücken, wenn diese sehr intensiv sind, z. B. nach einem Blick in die Sonne; gewöhnlich erscheinen dann hinter einander verschiedene Farben in regelmäßiger Folge (indem das Weiß durch grünliches Blau in Indigo, dann in Violett oder Rosa übergeht und mit grauem Orange zerrinnt), zuweilen abwechselnd negativ und positiv, d. i. das sogen. Abklingen der Farben oder das farbige Abklingen der Nachbilder, was dadurch zu erklären ist, daß die Erregung der einzelnen Farbenwahrnehmungselemente verschieden lange den Lichteindruck überdauert. Uebrigens kann das Studium der Nachbilder dem Auge sehr gefährlich werden.

**Photochemie der Netzhaut; Sehpurpur.** Neuere Untersuchungen (von Boll und Kühne) haben ergeben, daß die Netzhaut im lebenden Zustande nicht farblos, wie man bisher annahm, sondern purpurroth ist und daß der in den Stäbchen der Netzhaut enthaltene purpurrothe Farbstoff (Sehpurpur oder Rhodopsin) durch Licht schnell gebleicht, während des Lebens aber sofort wieder regenerirt wird. Es entsteht beim Sehen im Auge ein weißes Bild der gesehenen Gegenstände auf purpurrothem Grunde, und zwar geht hierbei in der Netzhaut ein rapider photochemischer Proceß vor sich, der die größte Aehnlichkeit mit dem chemischen Vorgang hat, der zur Herstellung von Photographien benutzt wird. Professor Kühne, welcher Augen frisch getödteter Kanin-

chen und anderer Thiere auf bestimmte Gegenstände richtete, ist es zuerst gelungen, die weißen Lichtbilder der betreffenden Gegenstände auf der Netzhaut nachzuweisen. Dabei hat sich ergeben, daß die Netzhaut sich wieder röthet, das Bildchen also wieder verschwindet, wenn sie mit ihrer Unterlage, der den Sehpurpur wieder regenerirenden Pigmentschicht (s. S. 332) in Berührung bleibt. Die Netzhaut gleicht also nicht nur einer photographischen Platte, sondern sie verhält sich auch wie eine photographische Werkstatt, denn während der Photograph für jedes Bild eine neue Platte braucht, wird der Netzhaut stets frischer Vorrath der für Licht empfindlichen Substanz (Sehpurpur) zugeführt und damit zugleich das alte Bild verwischt. Die oben erwähnten Nachbilder entstehen möglicherweise dadurch, daß der Sehpurpur, welcher das alte Bild der Netzhaut auslöscht, nicht sofort in genügender Menge geliefert wird. — Die Forschungen über den Sehpurpur haben erst begonnen, aber man vermuthet bereits, daß nicht nur der eine chemische purpurrothe Stoff, sondern auch ein grüner und violetter Stoff (die sehr lichtempfindlich sind und darum äußerst schnell verschwinden) im Auge existiren, daß demnach in der Netzhaut die drei Grundfarben (s. S. 343) vorkommen.

**Farbenempfindungen.** Die verschiedenen Eigenschaften eines Sonnenstrahls in Bezug auf Licht (Farbe), Wärme, Elektricität und chemische Wirkung, beruhen auf der Beschaffenheit und Geschwindigkeit seiner Wellen (Aetherschwingungen). Lichtempfindung wird nur durch diejenigen Aetherschwingungen hervorgerufen, welche die Zahl von 400—800 Billionen in einer Secunde erreichen. Die Intensität (Wellenhöhe) der Schwingungen bedingt die Stärke des Lichteindrucks, die Länge und das mehr oder weniger rasche Aufeinanderfolgen der Wellenschwingungen bewirkt dagegen specifische Verschiedenheiten des Lichteindruckes, die man als Farben bezeichnet. Wird unsere Netzhaut z. B. von einem Lichtstrahl getroffen, dessen Welle noch nicht den 500sten Theil einer Linie lang ist und der in einer Secunde 760—800 Billionen solcher Schwingungen macht, so sehen wir ihn violett, oder vielmehr, wir sehen die Stelle violett, von der jener Lichtstrahl herkommt, wohingegen ein Lichtstrahl, der um ein 20,000stel einer Linie längere Wellen hat, die nur 400—470 Billionen Mal in der Secunde schwingen, auf unsere Netzhaut den Eindruck von Roth macht. Der rothe, kürzest schwingende Strahl hat die längsten, der violette die kürzesten Wellen; zwischen beiden liegen alle anderen Farben. Der Sonnenstrahl, welcher alle Wellenlängen enthält, zeigt bei seiner Zerlegung durch ein Prisma (Spectrum) sämmtliche einfache oder Grundfarben. Aber das Spectrum hat nicht da seine Grenzen, wo es unserem Auge mit dem äußersten Roth zu beginnen und mit dem äußersten Violett zu endigen scheint; jenseits der rothen Strahlen liegen vielmehr (ultrarothe) unsichtbare Wärmestrahlen und jenseits der violetten Strahlen (ultraviolette) chemische Strahlen, welche für gewöhnlich unsichtbar, nur auf künstliche Weise (durch Abblendung des übrigen Spectrums) sichtbar gemacht werden können und dann als Lavendelgraue erscheinen. Die Endorgane des Sehnerven werden durch die ersteren, welche weniger als 400 Billionen Schwingungen enthalten, gar nicht und durch die letzteren, welche mehr wie 800 Billionen Schwingungen enthalten, nur in sehr geringem Grade erregt.

Die Strahlen des Sonnenlichts sind aus allen Wellenarten zusammengesetzt und die gleichzeitige Einwirkung derselben auf unsere Netzhaut erzeugt die Empfindung von Weiß. Ein Körper, der alle Farbestrahlen (also alles Licht, den ganzen Sonnenstrahl) zurückwirft, erscheint weiß; diejenigen Körper dagegen, welche den ganzen Sonnenstrahl bei sich behalten und keinen einzigen Farbestrahl zurückwerfen, sind schwarz. (Die Empfindung der Abwesenheit eines Lichteindruckes auf einer lichtempfindlichen Netzhautstelle nennt man Schwarz.) Die farbigen Körper behalten alle Farbestrahlen bis auf denjenigen, dessen Farbe sie haben; diesen werfen sie zurück, z. B. ein grünes Blatt wirft nur den grünen Strahl zurück u. s. f. Behält ein Körper, der die Lichtstrahlen durch sich hindurch läßt, also ein durchsichtiger, einen Farbestrahl bei sich, dann ist er so gefärbt, wie dieser Strahl. — Die 7 Spectral- (oder Regenbogen-) Farben nennt man einfache und diese lassen sich durch das Prisma nicht weiter zerlegen, sie bleiben unverändert, während

alle anderen, welche aus diesen Farben zusammengesetzt sind, Mischfarben genannt werden und bei der Zerlegung zwei oder mehrere von diesen sieben Spectralfarben geben. Folgende sind die Mischfarben (nach Helmholtz), welche aus je zwei einfachen Farben hervorgehen: Roth und Violett giebt Purpur; Roth und Blau — Rosa; Roth und Grün — Mattgelb; Roth und Gelb — Orange; Grün und Blau — Blaugrün; Gelb und Violett — Rosa; Gelb und Grün — Gelbgrün; Grün und Violett — Blaßblau; Blau und Violett — Indigoblau. — Das Weiß entsteht nun aber nicht blos aus der Mischung aller Spectralfarben, sondern kann auch durch die Mischung einzelner einfacher oder Mischfarben mit einander entstehen. Jedoch ist dann das Weiß nicht so glänzend wie im Sonnenlichte. Man nennt solche Farben, welche mit einander gemischt Weiß geben, „Complementärfarben". So ist z. B. Grünblau die Complementärfarbe von Roth, Orange die von Blau, Goldgelb die von Blau, Gelb die von Indigoblau, Grüngelb die von Violett. — Das Sonnenlicht zeichnet sich vor dem künstlichen Lichte dadurch aus, daß es mehr blaue Strahlen enthält, während das künstliche weit mehr rothe und gelbe Strahlen besitzt. Je weißer das Licht ist, desto wohler thut es dem Auge und deshalb muß das künstliche Licht durch blaue Strahlen gemildert werden. Es ist darum gut, die weißen Milchglasglocken unserer Lampen äußerlich mit einem mattgraublauen Papierschirm zu bedecken; noch mehr empfehlen sich schwach blau gefärbte Cylinder.

Die farbenempfindenden Elemente der Netzhaut sind wahrscheinlich die Zapfen, deren jeder aus einem Bündel von feinsten, in der Zwischenkörnerschicht sich vielfach theilenden Axencylindern besteht. Es scheinen diese Zapfen eine Farbentastatur darzustellen, so daß jeder Zapfen einer abgestimmten Taste entspricht, welche nur dann in Bewegung geräth, wenn Schwingungen von einer bestimmten Geschwindigkeit, also von einer bestimmten Farbe sie treffen. Es wäre also nicht jeder Zapfen zur Wahrnehmung aller Farben geeignet, sondern die einen lassen nur Roth, die anderen nur Grün u. s. w. empfinden. Deshalb ist es aber nicht nöthig, für die 7 Grundfarben (Grundfarbenempfindungen) 7 verschieden empfindende Nervenfaserarten anzunehmen, da 4 von den Grundfarben sich aus den 3 anderen vollständig zusammensetzen lassen. Es sind diese 3 Hauptfarben: Roth, Grün und Blau (oder Violett) und dem entsprechend könnten im Sehnerven nur roth-, grün- und blau- (oder violett-) empfindende Nervenfasern anzunehmen sein; alle anderen Farbenempfindungen werden durch gleichzeitige, aber ungleich starke Erregung der 3 Nervenarten veranlaßt. Die Empfindung vom Gelbgrün tritt ein bei starker Erregung der grünempfindenden Nerven, bei schwächerer der rothempfindenden und bei schwächster der blauempfindenden Nerven. Diese Young-Helmholtz-Schultze'sche Farbentheorie wird durch folgende Thatsachen gestützt: 1) den Nachtthieren (Eule, Fledermaus) fehlen die Zapfen und pigmentirten Stäbchen gänzlich, sie haben nur farblose Stäbchen, welche nur Helligkeitsunterschiede empfinden lassen; 2) das Farbenunterscheidungsvermögen des Menschen ist am schärfsten in der Centralgrube des gelben Fleckes, wo nur Zapfen sind, während nach der Peripherie hin dieses Vermögen mit der geringeren Menge von Stäbchen immer mehr abnimmt und endlich an der Peripherie, wo die Zapfen nur vereinzelt vorkommen, ganz fehlt; 3) die Farbenblindheit, bei welcher eine von den 3 Nervenarten gänzlich entartet oder auch nur für einige Zeit völlig arbeitsunfähig ist. Hier wird diejenige Farbe, deren Nervenfaser arbeitsunfähig ist, nicht gesehen und alle diejenigen Farben, bei deren Wahrnehmung die fehlende Nervenart im normalen Zustande miterregt wird, werden nun ganz anders erscheinen. Am häufigsten kommt die Rothblindheit (Daltonismus), seltener Blau- und Grünblindheit vor. Hier erscheint Roth schwarz und Mischfarben, welche Roth enthalten, erscheinen so, als ob das Roth fehlte (Weiß z. B. Grünblau). — Die Farbenblindheit kann bei Seeleuten, Eisenbahnbeamten, Locomotivführern u. a., denen die gewissenhafte Unterscheidung farbiger Signale obliegt, sehr verhängnißvolle Folgen haben, weshalb diese Berufsclassen einer genauen Prüfung ihres Farbensinnes zu unterziehen sind. — Wird die Linse im Alter etwas trübe, so zerstreut sie das Licht stärker und wirft dadurch über die hellsten Gegenstände einen bläulichen Schimmer. Wird sie dagegen etwas gelblich verfärbt, ohne daß dabei die Schärfe des Sehens vermindert ist, so wird Blau (besonders in Gemälden) weniger gut wahrgenommen und einem Maler

mit gelblicher Linse wird sein Gemälde zu gelb erscheinen und er wird es deshalb zu blau malen. Betrachtet man dessen Bilder durch ein gelbes Glas, so verschwinden diese Farbenfehler, und die violette Farbe der Gesichter wird in natürliches Roth, der blaue Schatten des Fleisches in Grau verwandelt und das schreiende Blau der Stoffe wird gemildert: die grauen Baumstämme werden braun und das gelbgrüne Laub saftgrün erscheinen. Eine blaue Brille kann die Wirkung der gelbverfärbten Linse zum Theil aufheben.

Der geistreiche Sprachgelehrte Geiger hat darauf aufmerksam gemacht, daß gewisse Farben in der Literatur des Alterthums keine Erwähnung finden. Weder die Rigveda-Lieder, noch die Zendavesta, noch die Odyssee gedenken der grünen und blauen Farbe. Die für Blau gebrauchten Wörter bedeuten zu kleinerem Theile ursprünglich Grün, der größte Theil hat ursprünglich Schwarz bedeutet. Das altnordische blá, da Stammwort für Blau und das englische black bedeuten Schwarz. Es entstand nun die Frage, fehlten den Alten nur die Benennungen verschiedener Farben oder war ihre Farbenempfindung unvollkommener als die unserige? An der Hand der Entwickelungslehre (siehe S. 15) war man geneigt anzunehmen, daß sich der Farbensinn des Menschen im Laufe der Jahrtausende allmählich entwickelt habe und schrieb daher auf Grund der von Geiger zu Tage geförderten Thatsachen den Alten eine theilweise Farbenblindheit zu. Doch hat Krause hiergegen mit Recht eingewendet, daß die Farbenempfindung eine ziemlich allgemeine Eigenschaft der Thierwelt ist, sich also bereits innerhalb des Thierreichs, nicht erst beim Menschen, entwickelt haben muß. Man hebt ferner hervor, daß die ältesten Schriftendenkmale die Schönheit des dunkelindigoblauen Lapis lazuli (der Vaidûrya der alten Inder, der Saphir der Bibel) preisen und daß in der Bibel der Himmel mit diesem Steine verglichen wird. Da nun auch die farbigen Ausschmückungen assyrischer und ägyptischer Baureste, die älter als die homerischen Dichtungen sind, beweisen, daß die alten Aegypter bereits eine ausgebildete Farbenempfindung besaßen, so schließt man, daß die von Geiger erwähnten sprachlichen Absonderlichkeiten nur die allmähliche Entwickelung der Sprache, nicht aber diejenige des Farbensinnes beweisen. Etwas ganz Aehnliches findet sich noch heutzutage bei dem Gehörssinn, wo wir sprachlich nur tiefe und hohe Töne unterscheiden; auch für die verschiedenen Geschmacks- und Geruchsempfindungen fehlen uns genaue sprachliche Bezeichnungen.

Subjective Licht- und Farbenerscheinungen kommen ohne erregende Lichtstrahlen durch rein innere Ursachen und ohne äußere Veranlassung zu Stande, wie durch mechanische Erregung, durch die Blutcirculation (besonders bei krankhaft gesteigerter Erregbarkeit); sie zeigen sich besonders als Funken, Blitze, Flimmern vor den Augen; ferner durch centrale Erregungen im Gehirn als Hallucinationen oder Gesichtsphantasmen (wie im Traume, im halbwachen Zustande vor dem Einschlafen und bei Geisteskranken).

Entoptische Gesichtswahrnehmungen nennt man objective Wahrnehmungen von im eigenen Auge selbst befindlichen Gegenständen, wie von Trübung und Verdunkelung der brechenden Medien des Auges (in Gestalt von dunkeln Flecken, Kugeln, Streifen, Perlschnüren, mouches volantes); der Retinagefäße (als dunkle Gefäßzeichnung); der Blutkörperchen in den Netzhautcapillaren (bei greller Beleuchtung des Auges). Verschiedene andere entoptische Erscheinungen sind noch nicht genügend aufgeklärt.

# Das Sehorgan bei den Thieren.

Thiere, welche im beständigen Dunkel leben, wie z. B. Krebse und Fische in der Mammuthhöhle in Kentucky, sind ohne Spur eines Auges, wahrscheinlich aber deshalb, weil durch den Mangel des Bedürfnisses das Sehorgan allmählich untergegangen ist. Auch Eingeweidewürmer giebt es, denen jedes Sehvermögen und jedes Sehorgan abgeht. Als erste Andeutung von Sehorganen sind die, bei einzelnen Infusorien und niederen Medusen vorkommenden lebhaft gefärbten (meist rothen) Pigmentflecke anzusehen. — Bei vielen Würmern, sowie den meisten Sternthieren, welche keine andere Lichtempfindung als hell und dunkel haben, besteht das lichtempfangende Organ nur aus einem Augenpunkte, welcher das peripherische Ende eines lichtempfindenden Nerven ist und unter einer durchsichtigen Hülle liegt. Diese Augenpunkte stellen rothe oder braune, oder auch schwarze Pigmentflecke dar, haben ihre Lage in der Umgebung der Mundhöhle und entbehren aller lichtbrechenden Medien; nur bei einzelnen findet sich ein lichtbrechender, an die Krystallstäbchen anderer niederer Thiere erinnernder und einer Linse entsprechender Körper in diesem Organe. Eine höhere und sehr verschiedenartige Ausbildung zeigen die Augen der Ringelwürmer. Die Seesterne besitzen zusammengesetzte Augen, welche an der aufwärts gebogenen Spitze jedes Armes lagern. — Die Sehorgane der Gliederthiere erscheinen theils in derselben Einfachheit wie bei den Würmern, theils stellen sie höher entwickelte Bildungen vor. An ihrem Auge unterscheidet man: den theilweise von Farbstoff (Pigment) umhüllten, lichtaufnehmenden Apparat (Krystallstäbchen) und als äußere Umhüllung einen Theil der Körperbedeckung, welcher häufig zu einem lichtbrechenden Organe (Hornhaut) umgewandelt ist. Man findet bei den Gliederthieren: einfache Augen, aus einem von Pigment umhüllten Krystallstäbchen ohne Hornhaut (bei den Larven der Schildkrebse) und mit linsenartiger Hornhaut; zusammengesetzte oder Facetten-Augen aus mehreren Krystallstäbchen ohne Hornhaut (niedere Krustenthiere), mit einfacher Hornhaut (bei den Spinnen) und mit mehrfacher Hornhaut (Krustenthieren und Insekten). Bei Facettenaugen führt zu jeder lichtempfindenden Nervenfaser ein kegelförmiger durchsichtiger Gallertkörper (Glaskörper, Krystallstäbchen), welcher durch die undurchsichtige Pigmentscheide von den anderen ganz gleichen Körpern (deren Zahl bis zu 25000 steigt, bei der gemeinen Stubenfliege 4000, bei den Schmetterlingen gegen 18000) getrennt ist und daher auch nur die Strahlen eines Punktes und zwar desjenigen, der in seiner Richtung liegt, auf das zugehörige Nervenende führt. Da die Pigmentscheiden sich bis an die äußere Fläche der Glaskörper erstrecken, so erscheinen solche Augen von außen in überaus kleine vier- oder sechseckige Felder (Facetten) getheilt, facettirt, musivisch oder mosaikähnlich. Ihre Oberfläche hat häufig einen hornhautähnlichen Ueberzug (durchsichtige pigmentlose Fortsetzung der äußeren Chitinhülle); das spitze Ende des Glaskörpers senkt sich in eine becherartige Ausbreitung des optischen Nerven, welcher, nachdem er die gemeinsame Aderhaut durchbohrt hat, sich rückwärts in die gemeinsame Netzhaut ausbreitet, die durch den Hauptstamm des Sehnerven mit dem Gehirn in Verbindung steht. Manche der facettirten Augen werden von besonderen beweglichen Stielen von verschiedener Länge getragen (gestielte Augen der Krebse). — Die größte Annäherung an das Auge der Wirbelthiere erreicht von den Wirbellosen das Auge der Mollusken, obwohl auch hier noch sehr einfache Formen (Pigmentflecke) vorkommen oder ein Sehorgan fehlt. Der Augapfel hat hier eine dünne Umhüllung, welche in eine Hornhaut übergeht; der Sehnerv bildet eine Netzhaut; es findet sich eine Pigmentschicht, welcher eine Schicht nach außen umgekehrter Krystallstäbchen auflagert. Der übrige Raum des Auges wird durch eine Linse und einen Glaskörper ausgefüllt. — Das Auge der **Wirbelthiere** (mit Ausnahme vom Amphioxus, dessen Auge ein auf das centrale Nervensystem aufgelagerter Pigmentfleck ist), gleicht hinsichtlich des Baues im Allgemeinen jenem des Menschen. Es besitzt eine Netzhaut mit einer Stäbchen- oder Zapfenschicht wie der Mensch, nur daß diese Gebilde mehr oder weniger zahlreich und verschieden gestaltet sind. So kommen Fälle vor, in denen die Zapfen den Stäbchen ähnlicher werden (beim Meerschweinchen und Kaninchen), wie überhaupt die schärfere Unterscheidung zwischen Stäbchen und Zapfen immer schwerer wird; wo die sehr dünnen und stäbchenartigen Zapfen nur wenig die conische Gestalt des sehr verlängerten Außengliedes erkennen lassen (bei den Vögeln). Bei letzteren enthalten alle Zapfen (auf der Grenze zwischen Innen- und Außenglied) stark lichtbrechende Kugeln von fettartiger Substanz und gelber oder rother Farbe (Oelkugeln), während diese Kugeln den Stäbchen fehlen. Von den durchfallenden Lichtstrahlen wird daher nur den der Färbung der Oelkugel entsprechenden der Durchtritt gestattet, so daß nur sie die Erregung der zu den Zapfen gehörenden Faser bewirken können. Wie den Vögeln, kommen die Oelkugeln auch den Zapfen der Reptilien zu und bei den Schildkröten finden sich neben einzelnen farblosen, rothe, orange und gelbe. Neben den farbigen Kugeln enthalten manche Zapfen der Vögel und Eidechsen noch einen diffusen rothen oder gelben Farbstoff. — Die Vertheilung der Stäbchen und Zapfen in der Thierreihe zeigt sehr große Verschiedenheiten, denn bei einigen Thieren fehlen die Stäbchen, bei anderen die Zapfen. So entbehren der Zapfen gänzlich die Rochen und Haifische, das Flußneunauge und der Stör, die Fledermäuse, der Igel, der Maulwurf, während ohne alle Stäbchen, also ausschließlich zapfenführend die Netzhaut vieler Eidechsen, Schlangen und Schildkröten, wahrscheinlich aller Reptilien ist. Bei den Vögeln ist im Allgemeinen die Zahl der Zapfen außerordentlich viel größer als die der Stäbchen, während bei den Säugethieren das umgekehrte Verhältniß herrscht. Bei den Säugethieren, welche hauptsächlich im Dunkeln leben (Fledermäuse, Ratten, Mäuse, Siebenschläfer), treten ebenfalls die Zapfen zurück oder fehlen ganz. Ein gelber Fleck mit Centralgrube (s. S. 333) kommt unter den Säugethieren nur noch den Affen zu, und stimmt im Baue wesentlich mit jenem des Menschen überein. Der Bau der Netzhaut wirbelloser Thiere weicht wesentlich ab von der der Wirbelthiere. Bei Mollusken, Gliedertbieren und Würmern

stellen die Sehnervenenden, wie bei den Wirbelthieren, eine Schicht palissadenförmiger Gebilde dar. Diese sind aber dem Lichte zugekehrt, nach vorn gegen die Linse gerichtet, während die Stäbchenschicht der Wirbelthiere der Aderhaut anliegt. Durch die Entwickelung der Netzhaut wird dieses Verhältniß erklärt; die Netzhaut der Wirbelthiere entsteht als Ausstülpung der Gehirnblasen, während sie sich bei den Wirbellosen als Einstülpung von der Haut bildet.

Bei den Fischen ist die Form des Augapfels von der der anderen Wirbelthiere durch seine vordere Abflachung ausgezeichnet, indem die große Hornhaut bei beträchtlicher Dicke nur eine geringe Wölbung besitzt. Auch unter den Amphibien finden sich einzelne Abtheilungen mit vorne abgeflachtem Augapfel, während unter den Reptilien (bei Schlangen und Krokodilen) eine bedeutendere Wölbung der Hornhaut charakteristisch ist. Bei den meisten Vögeln, besonders bei den Raubvögeln (vorzüglich bei Eulen), ist der Augapfel sehr lang und durch eine scharfe Grenze in einen vordern und hintern Abschnitt getheilt. Nur bei Schwimm- und Stelzvögeln ist der Augapfel mehr breit und seine Hornhaut bedeutend abgeflacht. Unter den Säugethieren, welche in der Mehrzahl einen kugeligen Augapfel haben, findet sich der Querdurchmesser vorherrschend bei Walen, Wiederkäuern und Einhufern. — Bei vielen Wirbelthieren findet sich in der weißen Augenhaut Knorpel oder Knochen eingelagert. Bei Vögeln, Eidechsen, Schildkröten kommt im Umkreise der Hornhaut ein Kranz knochenartiger Platten vor, der Scleroticalring. — Die Form der Pupille wechselt zwischen kreisrund, queroval (Knorpelfische, Wiederkäuer und Einhufer), längsoval (Krokodile und fleischfressende Säugethiere) und fast dreieckig (bei Amphibien und Fischen). — Eine eigenthümliche Modification der Aderhaut, „Tapetum“ genannt, findet sich im Augengrunde vieler Wirbelthiere (bei vielen Säugethieren, Straußen, Raubthieren und Walen, bei Fischen). Hier fehlt hinter einer farblosen Stelle der Pigmentschicht der Netzhaut das schwarze Pigment in der Aderhaut und wird durch eine helle, glänzende, grünlich oder bläulich schimmernde, stark reflectirende Membran ersetzt, welche das Leuchten der Augen im Dunkeln bedingt. — Die Linse zeichnet sich bei den Fischen und den im Wasser lebenden Säugethieren durch ihre Größe und vollkommen runde Gestalt aus; auf diese ist der größte Theil der lichtbrechenden Thätigkeit verwiesen. — Bei den Vögeln, welche bald in hohen und dünnen Schichten, bald in niederen und dichteren Schichten der Atmosphäre sehen, findet sich zur Accommodation eine doppelte Vorrichtung: der quergestreifte (willkürliche) Augenlidmuskel ist zur Regelung in der Convexität der Hornhaut und in der Stellung der Linse befähigt; andrerseits dient dazu der Scleroticalring. — Anstatt der Augenlider finden sich bei Fischen und einigen Amphibien und Reptilien Hautfalten, welche den Augapfel vorne überziehen können. Hierher gehört auch die Nickhaut (s. S. 327), welche vorzugsweise bei den Vögeln eine selbstständige, am innern Augenwinkel angebrachte Einrichtung ist. Unter den Säugethieren erleidet die Nickhaut eine auffallende Rückbildung, so daß sie bei den Affen und Menschen nur noch als Rudiment (halbmondförmige Falte) besteht. Die Bewegung der Nickhaut leitet ein besonderer Muskelapparat. Unter der Nickhaut mündet die sogen. Harder'sche Drüse aus, deren Secret die Bewegungen der Nickhaut erleichtert. Thränendrüsen gehen den Fischen und Amphibien gänzlich ab, erst von den Reptilien an finden sich solche, während die Harder'sche Drüse schwindet.

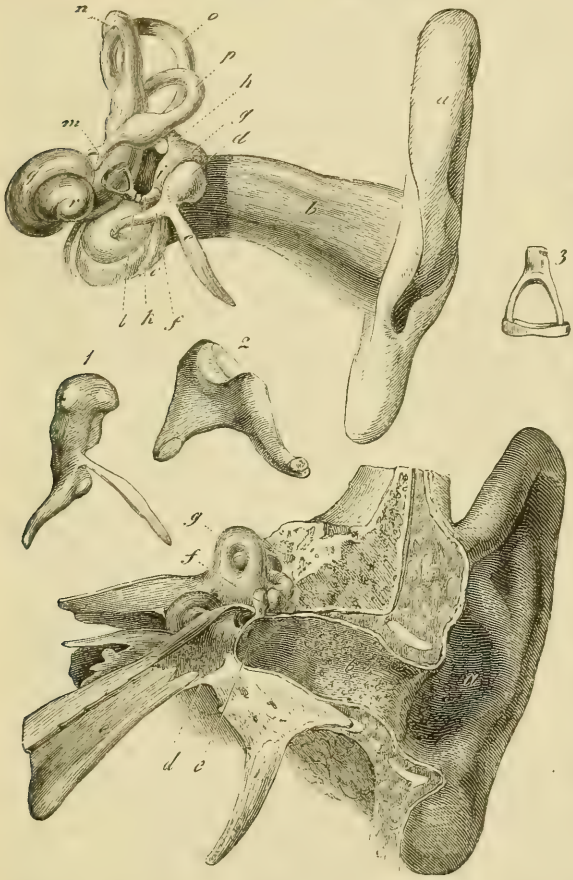
---

## Hörapparat; Gehörorgan.

Schall, Klänge, Töne und Geräusche — durch Schwingungen tönender oder schallleitender Körper erzeugt, — können von uns nur dann vernommen werden, wenn sie sich bis zu unserem Gehörnerven (s. S. 176) und durch diesen zum Gehirn fortpflanzen. Wie am Sehnerven der Augapfel, so findet sich auch am peripherischen Ende des Gehörnerven ein physikalischer Apparat (Gehörorgan), welcher zum größten Theile im Felsenbein des Schläfenknochens verborgen liegt und, nach acustischen Gesetzen gebaut, die Schallwellen sammeln, verstärken oder schwächen und nach verschiedenen Richtungen hin leiten und ausbreiten kann. Immer ist aber am Ohre wie am Auge das Wesentlichste: der Sinnesnerv mit seinem Hirntheile und seinen Ganglienzellen, und dieser ist mit seinen acustischen Endorganen (Hörhaaren, Haarzellen und Corti'schen Stäbchen), ähnlich denen des Sehnerven (mit Stäbchen und Zapfen), hautartig in

dem von Wasser erfüllten Labyrinthe ausgebreitet. Uebrigens verhält es sich beim Hören wie beim Sehen; wir erfahren nicht etwa direct von den Schallschwingungen selbst etwas, sondern werden nur von den Veränderungen im Gehirn unterrichtet, welche in Folge der stattge-

Tafel VII.




Das Gehörorgan. Die obere Figur zeigt die einzelnen Theile des Hörapparates in ihrem Zusammenhange. a. Das äußere Ohr. b. Der äußere Gehörgang. c. Das Trommelfell. d. Das Köpfchen, e. der lange Fortsatz und f. der Handgriff des Hammers. g. Der Amboß. h. Der kurze und i. der lange Fortsatz des Amboßes. k. Das Linsenknöchelchen. l. Der Steigbügel. m. Der Fußtritt des Steigbügels über dem ovalen Fenster (zwischen Vorhof und Paukenhöhle). n. Oberer, o. hinterer und p. äußerer Bogengang. q. Schnecke. r. Kuppel der Schnecke. — Die untere Figur stellt das Gehörorgan im Längendurchschnitte dar. a. Aeußeres Ohr. b. Aeußerer Gehörgang. c. Trommelfell. d. Paukenhöhle. e. Ohrtrompete. f. Gehörknöchelchen. g. Bogengänge. — Gehörknöchelchen: 1) Hammer. 2) Amboß mit dem Linsenknöchelchen). 3) Steigbügel.

fundenen mechanischen Reizung eintreten. — Die Erfordernisse zum Hören (zum Wahrnehmen und Beurtheilen der Töne) sind: zuvörderst tönende Schwingungen eines Körpers, Fortpflanzung derselben durch schallleitende Medien (durch Luft, Wasser, feste Körper) zu unserm Gehörorgan und in diesem bis zu den Enden der Gehörnervenfasern,

richtige Beschaffenheit dieses Organs, gehörige Empfindlichkeit des Gehörnerven und normale Thätigkeit des Gehirntheiles, von welchem der Gehörnerv entspringt.

Der **Hörapparat** zerfällt in das äußere, mittlere und innere Ohr und enthält alle die Medien, durch welche sich der Schall überhaupt fortpflanzen kann, nämlich: Luft, Flüssigkeit und feste Körper. Durch letztere pflanzt sich der Schall am besten, durch die Luft am schlechtesten fort. Man kann das Gehörorgan auch in einen *schalleitenden* und in einen *schallempfindenden* Apparat trennen; der erstere umfaßt das äußere und mittlere Ohr, der letztere das innere Ohr oder das Labyrinth mit den auf hautartigen Flächen ausgebreiteten und vom Labyrinthwasser umspülten acustischen Endorganen. Die zur Erregung des Hörnerven dienenden Schallschwingungen werden diesen Endorganen durch ein System von sich berührenden, schwingungsfähigen Körpern mitgetheilt, deren Lage im äußern und mittlern Ohre ist. — Das *äußere* Ohr faßt die im gewöhnlichen Leben schlechtweg Ohr oder äußeres Ohr genannte und mit Haut überkleidete Knorpelplatte, sowie den äußern Gehörgang in sich, welcher letztere nach innen zu vom Trommelfell umschlossen wird. Das *mittlere* Ohr wird von der lufthaltigen Paukenhöhle gebildet, welche die Gehörknöchelchen (Hammer, Ambos und Steigbügel) birgt und durch eine Röhre (die Ohrtrompete) mit dem Schlundkopfe in offener Verbindung steht, während sie vom äußern Gehörgang durch das Trommelfell getrennt ist. Das *innere* Ohr, welches die Enden des Gehörnerven mit den acustischen Endorganen umschließt, ist mit Wasser gefüllt und wird seines verwickelten Baues und seiner vielfach gewundenen Gänge wegen Labyrinth genannt; seine einzelnen Abtheilungen heißen: Vorhof, Schnecke und die drei halbcirkelförmigen Kanäle oder Bogengänge.

I. Das *Ohr* oder *äußere Ohr*, — dessen Thätigkeit im Auffangen, Sammeln und Verstärken der Schallstrahlen besteht und um so vollkommener vor sich geht, je größer und elastischer das Ohr, je mehr es vom Kopfe absteht und je tiefer seine Muschel ist, — stellt eine muschelförmige, mit Haut überzogene und hier und da mit Muskelfasern bedeckte, unebene Knorpelplatte dar, welche an der Seite des Kopfes, an das Schläfenbein befestigt ist und in den *äußern Gehörgang* führt. Dieser Gang leitet theils durch seine Luft, theils durch seine Wand den Schall nach innen zum *Pauken- oder Trommelfell*, welches als feine elastische Haut am innern Ende des äußern Gehörganges ausgespannt ist und die Scheidewand zwischen dem äußern und mittlern Ohre bildet, denn es sieht mit seiner äußeren vertieften Fläche in den äußern Gehörgang, mit der inneren gewölbten und mit dem Hammer verwachsenen Fläche in die Paukenhöhle. Es zieht sich aber nun dieser blind endigende Gehörgang, dessen äußere Hälfte eine knorpelige, die innere eine knöcherne Wand besitzt, nicht gerade, sondern

etwas gekrümmt nach innen; auch ist derselbe durch Haare und Ohrenschmalz vor dem Eindringen fremder Körper, besonders der Insekten und des Staubes, geschützt.

Das **äußere Ohr**, mit seinen wellenförmigen Erhöhungen (Leisten und Klappen), rinnenartigen Vertiefungen (Gruben und Einschnitten) und seiner Muschel, hat zur stützenden Grundlage eine elastische Platte aus Netzknorpel, welche mit einer sehr elastischen Knorpelhaut überzogen ist. An diese Haut befestigen sich kleine, dünne Muskeln, aus quergestreiften Fasern, welche verkümmert und als Rudimente zu betrachten sind (s. S. 16). Für die Bewegung des Ohres im Ganzen existiren: ein Heber, Vorwärts- und Rückwärtszieher; Muskeln, welche wegen mangelnder Uebung nur von Wenigen willkürlich in Thätigkeit versetzt werden können. — Die äußere Haut, welche am untern Ende des Ohres eine Verdoppelung (als Ohrläppchen) bildet und sehr reich an Nerven ist, ist mit Wollhaaren besetzt und enthält reichlich Talg- und kleine Schweißdrüsen. Am Eingange in den äußern Gehörgang zeigen die Wollhaare bisweilen eine mächtige Entwickelung und werden „Bockshaare" genannt.

Der **äußere Gehörgang**, ein etwa 2,5 Cent. langer, etwas gebogener Kanal, beginnt an der Ohrmuschel mit einer trichterförmigen Erweiterung und zieht sich einwärts bis zum Trommelfell. Er schützt das letztere gegen von außen drohende Gefahren und wirkt wie ein Hörrohr, indem er den Schall in Folge totaler Reflexion von den Wänden ungeschwächt dem Trommelfell zuleitet; seine Verschließung vermindert deshalb die Hörfähigkeit ganz beträchtlich. Sein äußerer kürzerer Theil hat eine knorpelige Wand, während der innere etwas längere Theil dem Felsenbein angehört. Die Richtung dieses Ganges verläuft anfangs nach hinten und aufwärts, dann aber wieder nach vorn und abwärts; aus diesem Grunde kann das Trommelfell nur dann dem Gesichtssinne zugängig gemacht werden, nachdem der knorpelige Gehörgang gestreckt und nach oben und hinten gezogen wurde. Die Haut, welche den Gehörgang auskleidet, enthält Wollhaare, Talgdrüsen und den Schweißdrüsen ganz ähnlich gebaute Ohrenschmalzdrüsen, welche zusammen eine weißgelbliche, klebrige, dickliche, bitterschmeckende Flüssigkeit liefern, welche Fettkügelchen und Farbstoffkörnchen enthält, mit Oberhautschüppchen und Härchen das Ohrenschmalz und durch Verdunsten seines Wassergehaltes festere Massen, die sogen. Ohrenschmalzpfröpfe, bildet. — In der Haut des äußern Gehörganges verbreitet sich ein Zweig (der Ohrast) des herumschweifenden Nerven (Vagus) und dieser ist es, welcher bei Berührung der Gehörgangswand durch Reflex Husten und selbst Erbrechen erregen kann und welcher bei Anstrengungen des Kehlkopfes die Hitze und Röthe des Ohres zu vermitteln scheint.

Das **Trommel-** oder **Paukenfell**, welches eine schiefliegende Scheidewand zwischen dem äußern Gehörgange und der Paukenhöhle bildet, ist ein elliptisches, dünnes, weißlich glänzendes, durchscheinendes, elastisches Häutchen. Es ist in einem ringförmigen Falze des Felsenbeines (im Trommelfellringe) mittels eines dichten Bindegewebsringes befestigt. An der äußeren dem Gehörgange zugewendeten Fläche befindet sich in der Mitte eine vertiefte Stelle, der Nabel, an deren innerer convexen Fläche der Handgriff des Hammers eingewachsen ist. Neben dem Nabel befindet sich eine kleine Wölbung (vom Hammerfortsatze) und nach vorn und hinten erscheint (beim Betrachten des Trommelfelles von außen) eine flache glänzende, dreieckige Stelle (der Lichtkegel), welche durch das Zurückwerfen der Lichtstrahlen entsteht. Das Trommelfell besteht aus drei verschiedenen Schichten, von denen die mittlere eine feste, fibröse (aus strahligen und ringförmigen Fasern), die äußere eine Fortsetzung der Gehörgangshaut (aber drüsen- und haarlos), die innere von der Schleim-

haut der Paukenhöhle gebildet ist. Die äußere Schicht ist am nervenreichsten, dagegen enthalten alle drei Schichten ziemlich viel Blut- und Lymphgefäße.

II. Das von der Pauken- oder Trommelhöhle gebildete mittlere Ohr oder Mittelohr ist ein im Felsentheile des Schläfenbeins ausgehöhlter, unregelmäßig-rundlicher lufthaltiger Raum, welcher nach dem äußern Gehörgange hin durch das Trommelfell abgeschlossen ist, dagegen nach innen und vorn zu offen steht, indem er sich in die Ohr- oder Eustachi'sche Trompete verlängert, welche im obern Theile des Schlundkopfes, gleich hinter der Nasenhöhle, trichterförmig mit einer wulstigen Oeffnung ausmündet, so daß man mit einer gekrümmten Sonde durch die Nase in die Ohrentrompete gelangen kann. — An der inneren Wand der Paukenhöhle, welche diese vom Labyrinthe trennt, befinden sich zwei kleine, von feiner sehniger Haut geschlossene Oeffnungen, das runde und ovale Fenster, und zwischen dieser inneren und der, hauptsächlich vom Trommelfelle gebildeten äußeren Wand ist eine Kette kleiner, beweglich mit einander verbundener und mit einem Band- und willkürlichen Muskelapparat versehener Knöchelchen ausgespannt. Von diesen Gehörknöchelchen ist der äußerste, der Hammer, durch seinen Stiel mit dem Trommelfelle verwachsen; er legt sich mit seinem Köpfchen auf den zweischenkeligen Amboß, an dessen langem Schenkel das Linsenknöchelchen und der Steigbügel so angebracht sind, daß der Fußtritt des letztern in das ovale, in das Labyrinth führende Fenster paßt. Im Gelenke zwischen dem Köpfchen des Hammers und der Gelenkfläche des Amboses (Hammerambosgelenk) erlauben sogen. Sperrzähne nur eine beschränkte Drehung der Knochen gegen einander. Es bildet also die Kette der Gehörknöchelchen eine Brücke zwischen Trommelfell und der Membran des ovalen Fensters. An der hinteren Wand der Paukenhöhle befindet sich der Eingang in die lufthaltigen und mit Schleimhaut ausgekleideten Zellen des Warzenfortsatzes (eines rundlichen Vorsprunges am Schläfenbeine, dicht hinter dem Ohre fühlbar), über deren Functionen nichts Näheres bekannt ist.

Die Paukenhöhle ist mit Schleimhaut ausgekleidet, deren Epithel theils aus flimmernden Cylinderzellen, theils aus Pflasterzellen am Trommelfell und dem Gehörknöchelchen besteht. Diese Schleimhaut setzt sich auch in die Warzenfortsatzzellen fort und geht ununterbrochen durch die Ohrtrompete in die Nasen- und Schlundkopfschleimhaut über. Unmittelbar oberhalb des ovalen Fensters, von der Paukenhöhle nur durch ein dünnes Knochenplättchen getrennt, verläuft in dem sogen. Fallopi'schen Kanal der Gesichtsnerv (s. S. 176); dadurch wird es erklärlich, daß dieser Nerv bei Erkrankungen der Paukenhöhle häufig mit erkrankt und dann Lähmungserscheinungen im Gebiet des mimischen Nerven auftreten. — Die Ohrtrompete oder der Eustachi'sche Kanal, eine dem äußern Gehörgange ähnliche, etwa 4 Centimeter lange Verbindungsröhre zwischen der Paukenhöhle und dem Schlundkopfe, verläuft nicht gerade, sondern winkelig und besteht aus einem knöchernen, der Paukenhöhle noch angehörigen, und einem knorpeligen muskulösen Theile, dessen Ausmündung sich an der Seitenwand des Schlundkopfes (s. S. 170, Taf. V. Fig. B. r. in gleicher

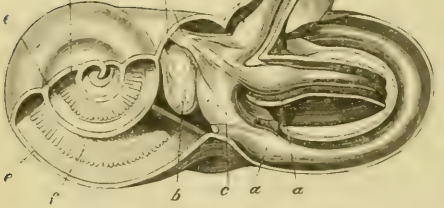
Höhe mit dem hintern Ende der unteren Nasenmuschel befindet. Diese Röhre dient nicht nur als Abflußrohr für angesammelten Schleim, sondern auch als Ventilationsrohr, um Luft zur Paukenhöhle zu führen und diese immer in derselben Spannung (demselben Dichtigkeitsgrad) zu erhalten, wie die uns umgebende Luft. Vielleicht begünstigt sie auch die Resonanz in der Paukenhöhle, ähnlich wie die Oeffnung der Violine. Für gewöhnlich ist die Ohrtrompete geschlossen und nur bei den Schlingbewegungen öffnet sich die wulstige Oeffnung derselben, so daß nun der Luftaustausch stattfinden kann. — Von den mit Schleimhaut überkleideten Gehörknöchelchen ist der mit seinem Handgriff (Stiel) an das Trommelfell angewachsene Hammer durch ein ziemlich straffes Band an das Dach der Paukenhöhle befestigt. Er kann durch den Trommelfellspanner (welcher sich von der Wand der Ohrtrompete quer durch die Paukenhöhle zum Handgriffe des Hammers erstreckt) sammt dem Trommelfelle einwärts gezogen werden und so eine Spannung des letztern veranlassen. Der Steigbügel kann durch den sogen. Steigbügelmuskel (den kleinsten Muskel des menschlichen Körpers) nach hinten gezogen und so mit seinem Fußtritte tiefer in das Vorhofs- oder ovale Fenster hineingedrückt werden. Es entspringt dieser Muskel aus dem Innern eines sehr kleinen spitzen Knochenvorsprunges an der hinteren Paukenhöhlenwand. Der Ambos hat seine Lage zwischen dem Hammer und Steigbügel und ist mit letzterem durch das Linsenknöchelchen verbunden. — Die Paukenhöhle ist sehr reich an Nerven, welche sich geflechtartig unter einander verbinden.

III. Das innere Ohr oder Labyrinth, der innerste Theil des Gehörorgans, ist ein vollkommen geschlossener, höchst merkwürdig gestalteter Hohlraum (knöchernes, mit Knochenhaut bekleidetes Labyrinth) im innersten Theile des sehr festen Felsenbeines (des Schläfenknochens). Dieses knöcherne Labyrinth birgt ein dasselbe ganz ausfüllendes häutiges Gebilde (häutiges Labyrinth), welches mit Wasser erfüllt und der Sitz der Gehörnerven (Schnecken- und Vorhofsnerv) mit ihren acustischen Endorganen ist. Die Scheidewand zwischen Paukenhöhle und Labyrinth wird durch eine nicht sehr dicke Knochenwand gebildet, in welcher das ovale und runde Fenster sich befinden. Als einzelne Theile, die aber unter einander in Verbindung stehen, unterscheidet man am Labyrinth den Vorhof, die Schnecke und die drei halbcirkelförmigen Kanäle oder Bogengänge. Der Vorhof bildet einen länglichen, etwa erbsengroßen Raum in der Mitte des Labyrinthes, mit einem rundlichen und einem länglichen vom Ohrwasser erfüllten Säckchen, in welchem sich die Gehörsteinchen (Otolithen) vorfinden. Von der Paukenhöhle ist der Vorhof durch die mit dem Steigbügel verwachsene Membran des ovalen Fensters geschieden, mit den übrigen Theilen des Labyrinthes, der Schnecke und den Bogengängen, steht er aber in offener Verbindung. — Die Schnecke, welche sich an die vordere Wand des Vorhofs anlegt und mit dem runden Säckchen in offener Verbindung steht, gleicht ganz und gar dem Gehäuse einer Gartenschnecke, nur daß der Kanal der menschlichen Schnecke durch eine theils knöcherne theils häutige Querscheidewand (Spiralplatte) in zwei über einander liegende Spiralgänge (Treppen) geschieden ist. Der obere Gang oder die Vorhofstreppe mündet in

den Vorhof ein, die untere oder Paukentreppe ist nur durch die Membran im runden Fenster von der Paukenhöhle getrennt. Beide Schneckenkanäle sind mit Ohrwasser erfüllt und enthalten die Enden des Schneckennerven mit dem Corti'schen Organ (Corti'schen Bogen und Haarzellen), sowie Gehörsteinchen. — Die drei Bogengänge oder halbcirkelförmigen Kanäle (ein oberer, ein hinterer und ein äußerer), welche wie gekrümmte Röhren in das längliche Säckchen des Vorhofes einmünden und von denen ein jeder an dem einen Ende eine flaschenähnliche Erweiterung (Ampulle) hat, bilden den hintern obern Theil des Labyrinthes und enthalten mit Ohrwasser und Ohrsteinchen erfüllte Schläuche, die als Fortsetzung des länglichen Vorhofsäckchens anzusehen sind. Sie erhalten von dem letztern auch ihre vom Vorhofsnerven abstammenden Nervenfasern, welche mit specifischen Endorganen, den sogen. Hörhaaren in Verbindung stehen.

**Feinerer Bau des Labyrinthes.** Das aus dem Vorhofe, der Schnecke und den drei Bogengängen (mit den Ampullen) zusammengesetzte und mit dem Ohrwasser erfüllte Labyrinth ist der wichtigste Theil des Gehörorganes, denn es enthält die Endausbreitung der Gehörnerven und die mit diesen in Verbindung stehenden acustischen Endorgane. — Der Gehörnerv tritt in den innern Gehörgang (an der hinteren, dem kleinen Gehirn zugekehrten Fläche des Felsenbeines) und spaltet sich hier in einen Vorhofs- und einen Schneckennerven; der erstere geht zu den Säckchen des Vorhofs und schickt Nervenfäden zu den Ampullen und Bogengängen; der letztere verbreitet sich in der Schnecke. Im Vorhofe, an welchem sich eine äußere, innere, obere und untere Wand bezeichnen läßt, befinden sich zwei häutige mit dem Ohrwasser (eiweißhaltiger Endolymphe) erfüllte Gebilde, nämlich das runde und das längliche Säckchen, welche mit einander in offener Verbindung stehen. Das runde Säckchen steht mit der Schnecke in directer Verbindung, während das längliche Säckchen in die Bogengänge übergeht. An der inneren Wand der beiden Säckchen nimmt man da, wo Fasern des Vorhofsnerven eintreten und endigen, umschriebene dickere Stellen (Gehörflecke) wahr, und an diesen Stellen von kreideweißer Färbung befinden sich zahllose, spitze, kleine Krystalle aus kohlensaurem Kalk und von rundlicher, länglicher oder sechsseitiger Gestalt, die sogen. Gehörsteinchen, der Gehörsand oder Otolithen, welche durch eine helle zähe Substanz von schleimiger Consistenz fest zusammengehalten werden. Dieser schleimigen Masse sitzen Hörhärchen auf (spärlicher als in den Ampullen), welche mit einem eigenthümlichen meist gelblich gefärbten Nervenepithel zusammenhängen. Nach Helmholtz verursacht dieser Krystallbrei, wenn er durch die Wellen des

Fig. 83.



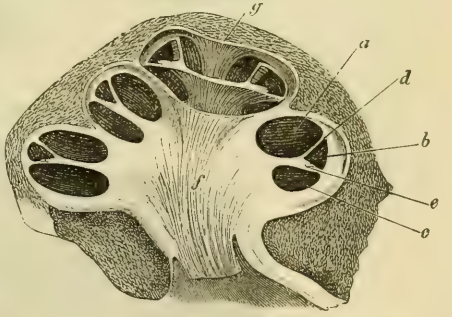

Das Labyrinth (zum Theil eröffnet und dreimal vergrößert). a Ampullen, b. rundes Vorhofsäckchen, c. längliches Vorhofsäckchen, d. Nervenfasern, e. häutige, f. knöcherne Scheidewand der Schnecke.

Labyrinthwassers erschüttert wird und mit der nervenreichen Oberfläche in Zusammenstoß geräth, eine Reizung der Nervenenden. Nach Anderen sind diese Steinchen als Dämpfungsapparate anzusehen.

Die drei flaschenförmigen Erweiterungen der häutigen Bogengänge, die **Ampullen**, also nicht der engere röhrenförmige Theil dieser Gänge, sind der Sitz der Gehörnervenenden (Fasern des Vorhofsnerven). Da wo diese Nerven eintreten, befindet sich ein halbmondförmiger Querwulst von meist gelber Farbe, Gehörleiste genannt. Dieser Leiste entsprechend befindet sich an der Innenfläche der Ampulle ein ähnlich gestalteter Querwulst, welcher in die Höhle der Ampulle hineinragt, mit einem gelbgefärbten Nervenepithel (wie in den Säckchen) überkleidet ist und netzförmige Verbindungen der feinen Nervenfasern enthält. Die Enden dieser Fasern stehen mit zellenähnlichen Gebilden (Spindel- und Stützzellen) in Verbindung, von denen die ersteren auf ihren freien Enden mit überaus feinen, borstenförmig steifen und zugespitzten Härchen, den Hörhaaren oder Hörfäden, besetzt sind. Diese in sehr großer Menge dicht beisammen stehenden und sehr weit in die Ampullen hineinragenden Härchen (den Stäbchen der Netzhaut im Auge analog) können durch die Wellenbewegungen des Labyrinthwassers leicht in Bewegung gerathen und eine Reizung der an ihren Enden befindlichen Nervenfasern hervorrufen.

Die **Schnecke**, das höchst complicirte Organ des Labyrinths, enthält außer den beiden, durch die Spiralplatte von einander getrennten Spiralgängen oder Treppen, der Vorhofs- und Paukentreppe, noch eine, und zwar eine sehr wichtige dritte und mittlere Treppe oder den Schneckengang, welcher sich als dreieckiger Kanal an der inneren Fläche der äußeren Schneckenwand, längs der Spiralplatte, in der Vorhofstreppe, von deren Höhle sie durch die Reißner'sche Membran getrennt ist, hinzieht. Dieser Gang beginnt im Vorhofe, daselbst durch einen kurzen Schlauch mit dem runden Säckchen zusammenhängend, und endigt blind in der Spitze der Schnecke. Dieses blinde Ende des Schneckenganges heißt der Kuppelblindsack. Der Schneckengang ist ein mit Flüssigkeit (Endolymphe) erfüllter dreieckiger Hohlraum, dessen untere Wand der Spiralplatte angehört und diesen Gang von der Paukentreppe scheidet, während die äußere Wand dem Schneckengehäuse angehört und die obere Wand Reißner'sche Membran genannt wird. Am innern, ziemlich spitzen Winkel dieses Ganges entspringen vom gefurchten, mit einer Vorhofs- und Paukentreppenlippe versehenen Rande der knöchernen Spiralplatte ebenso die Reißner'sche Membran, wie die sogen. Corti'sche Membran. Erstere besteht aus einer dünnen bindegewebigen gefäßführenden Platte, die auf ihren beiden Flächen mit Epithel überkleidet ist. Die Corti'sche Membran dagegen ist feinfaserig und von gallert-schleimiger Consistenz, nimmt ihren Ursprung von der gezahnten Vorhofstreppenlippe (Huschke's Gehörzähne), liegt wie ein Schleier voll-

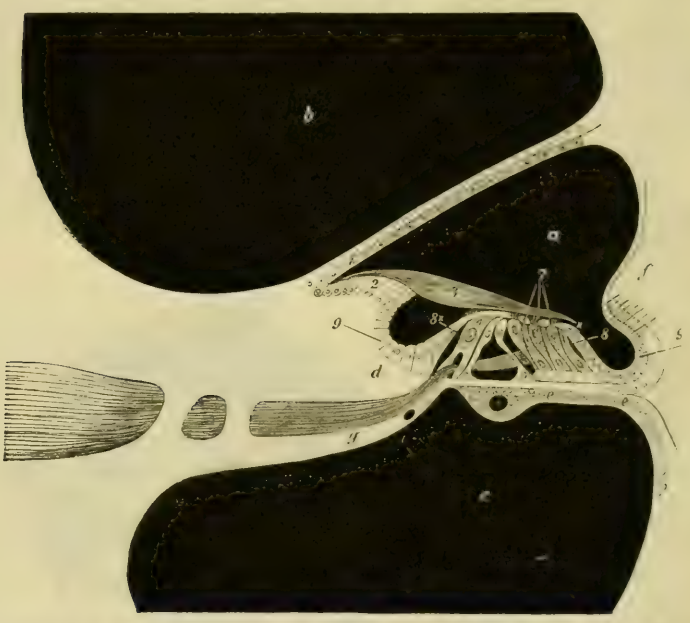
Fig. 84.




Schematischer senkrechter Durchschnitt durch die vergrößerte Schnecke. a. Vorhofstreppe. b. Schneckengang. c. Paukentreppe. d. Reißner'sche Haut. e. Grundmembran mit dem Corti'schen Organ. f. Spindel der Schnecke. g. Kuppelblindsack.

kommen frei auf dem Corti'schen Organ (über der Netzhaut und den Härchen der Haarzellen) und endigt mit einem feinen freien Rande in der Gegend über der äußersten Haarzelle. Sie wird neuerlichst wie die Otolithen als Dämpfungsapparat angesehen. Unterhalb der Corti'schen oder Deckmembran befindet sich das nach seinem Entdecker benannte „Corti'sche Organ", sitzend auf der inneren Hälfte der sogen. Grundmembran, welche die Scheidewand zwischen Schneckengang und Paukentreppe vervollständigt und sich vom vordern Rand der Paukentreppenlippe bis zur Innenfläche der Schneckengehäusewand hinzieht. Dieses Corti'sche Organ, welches mit der sogen. Netzhaut überkleidet ist, besteht von innen nach außen betrachtet: aus inneren Hör- oder Haarzellen, Corti'schen

Fig. 85.



Schematischer senkrechter Durchschnitt der Schneckentreppen und des Corti'schen Organs.
a. Schneckengang. b. Vorhofstreppe. c. Paukentreppe. d Knöcherne Spiralplatte. e. Häutige Spiralplatte und Grundmembran. f. Schneckengehäusewand. g. Schneckennerv. — 1. Reißner'sche Haut. 2. Huschke's Gehörzähne. 3. Corti'sche oder Deckhaut. 4. Innere Haarzelle. 5. Innerer und 6. äußerer Pfeiler eines Corti'schen Bogens. 7. Aeußere Haarzellen, überdeckt ebenso wie 4., 5. und 6. von der ** durchlöcherten Netzhaut, durch welche die Hörhärchen der Haarzellen herausseben. 8. Hensen'sche Stützzellen. 9. Epithel.

Bogen und äußeren Haarzellen. Jeder zwischen Haarzellen liegende Corti'sche Bogen besteht aus einem innern (aufsteigenden) und einem äußern (absteigenden) Pfeiler oder Stäbchen. Die inneren Pfeiler sind platte, schwach Sförmig gekrümmte Gebilde, welche mit ihren Seitenwänden dicht an einander liegen, mit einer unteren Endanschwellung beginnen, von innen nach außen in die Höhe steigen und oben mit einer Art Gelenkstück endigen, welches mit den äußeren Pfeilern in Verbindung steht. Die äußeren Pfeiler sind glatte, cylindrische Fäden mit verdickten Enden an der Grundmembran und zwar in

deren Mitte; ihr oberes Ende ist durch eine Art Gelenkstück mit den oberen Enden der inneren Pfeiler verbunden. Die Corti'schen Bogen bilden sonach einen Apparat, welcher die Schwingungen der Grundmembran aufzunehmen und selbst in Schwingungen zu gerathen im Stande ist. Wahrscheinlich stellen die inneren Pfeiler eine Art elastischen Steges dar, zwischen deren obersten Enden und der Mitte der Grundmembran die äußeren Pfeiler wie Saiten befestigt sind und wie solche schwingen, wenn ihr unteres Ende an der Grundmembran erschüttert wird. Von den äußeren Corti'schen Stäbchen giebt es etwa 3000, von den inneren deshalb weit mehr, weil drei der letzteren auf zwei der ersteren kommen. Indem diese Stäbchen auf der sich verschmälernden Spiralplatte ebenfalls von unten nach oben an Länge abnehmen, so bilden sie eine Art regelmäßig abgestufter Besaitung (wie an der Harfe und am Clavier). Wahrscheinlich gerathen diese ausgespannten Stäbchen wie die Claviersaiten durch bestimmte Anstöße in regelmäßige Schwingungen und erregen dadurch die mit den Nervenenden verbundenen Haarzellen. — Die **Haar- oder Hörzellen**, welche nach innen und nach außen von dem Corti'schen Organe liegen, und von der durchlöcherten Netzhaut überdeckt werden, sind innere und äußere, von denen erstere als obere und untere, letztere als auf- und absteigende sich bezeichnen lassen, je nachdem letztere mit breiter Basis an der Netzmembran und mit einem dünnen Faden an der Grundmembran oder umgekehrt angeheftet sind. Die inneren Haarzellen sind von gedrungener kegelförmiger Gestalt und ihr starker Kern liegt ziemlich in der Mitte des sehr zarten Zellkörpers; letzterer geht abwärts in einen langen Fortsatz über, der sich in einem Lager kleiner Zellen, der Körnerschicht, verliert. Das obere Ende der Haarzellen wird von den Anhangsplatten der inneren Pfeiler- oder Stäbchenköpfe umschlossen und trägt auf einem häutigen Deckel einen dichten Rasen langer starker stäbchen-(borsten-)förmiger Haare (Hörhaare), welche durch die Lücken der Netzhaut hervorstehen. Die äußeren Haarzellen stehen in vier oder fünf spiral verlaufenden Parallelreihen hinter einander, besitzen einen obern und einen untern größern Kern. Sie bestehen eigentlich aus zwei mit einander verschmolzenen gestielten Zellen, und sind wahre Zwillings- oder Doppelzellen. An die äußeren Haarzellen lagern sich die cylinderischen Stützzellen und auf jeden äußeren Pfeiler trifft in jeder Reihe eine äußere Haarzelle. Die Haarzellen scheinen der Stäbchen- und Zapfenschicht der Retina zu entsprechen und zwar die äußeren Haarzellen den Stäbchen, die inneren den Zapfen, denn so wie zu den Zapfen, treten zu den inneren Haarzellen dicke Axenfaserbündel, dagegen zu den äußeren Haarzellen wie zu den Stäbchen nur je ein feines Nervenfäserchen.

**Gang der Schallwellen im Ohre.** Die Schallwellen, welche sich durch die Luft zu unserem Ohre*) fortpflanzen, werden von der

*) Das menschliche Ohr mit seiner schallfangenden Muschel hat seine Fähigkeit, als Hörrohr zu dienen, fast ganz dadurch verloren, daß es durch die Kopfbedeckung von Jugend auf meist ganz flach an den Kopf angedrückt ist und auch seine Beweglichkeit durch verkümmerte Muskeln eingebüßt hat. Verlust des äußern Ohres schwächt deshalb die Schärfe des Gehörs nicht. Hervorwölben des Ohres (wie Schwerhörige zu thun pflegen) und Anlegen der Hand in Trichterform läßt besser hören. — Künstliche Reflectoren von bedeutender Wirkung (für Schwerhörige) sind die Hörrohre (röhrenförmige, mit einem Trichter endende Verlängerungen des Gehörganges); ebenso sind die Stethoskope (ärztlichen Hörrohre) ähnliche röhrenförmige Verlängerungen, welche mit dem einen Ende den tönenden Körper berühren und ihre Wirkung hauptsächlich der Leitung ihrer Wände verdanken.

trichterförmigen Ohrmuschel und dem äußern Gehörgange aufgefangen und zum Trommelfelle geleitet. — Bei dem unter Wasser gehörten Schalle werden die Schallwellen direct auf die Kopfknochen übertragen und dem Labyrinthwasser zugeleitet, welches dadurch in Mitschwingungen versetzt wird. Dasselbe ist der Fall, wenn der Schall von einem festen Körper unserem Ohre mitgetheilt wird (wenn wir z. B. eine tönende Stimmgabel in den Mund nehmen). — Die in den äußern Gehörgang gelangten und nach ein- oder mehrmaliger Reflexion an seinen Wänden auf das Trommelfell geworfenen Schallwellen rufen in dieser elastischen und ziemlich stark gespannten Membran analoge Schwingungen hervor, so daß die allermeisten Töne und selbst Klänge (Gemische von einfachen Tönen) vollkommen genau (in derselben Schwingungszahl) auf das Trommelfell übergehen. Auch die Intensität der Töne und Klänge überträgt sich genau auf das Trommelfell; nur hören wir die tieferen Töne weniger stark als die höheren, weil letztere das Trommelfell leichter in Mitschwingungen versetzen.

Die Schwingungen, zu welchen das Trommelfell gezwungen wurde, tragen sich nun auf die Gehörknöchelchenkette über, zuerst auf den mit dem Trommelfelle verwachsenen Hammer, dann auf den Ambos und zuletzt auf den Steigbügel. Letzterer setzt sodann die mit seinem Fußtritte verwachsene Membran des ovalen Fensters in Schwingungen und diese bedingen im Labyrinthwasser eine Wellenbewegung, welche die acustischen Endorgane des Gehörnerven (das Corti'sche Organ und die Hörhaare) bewegt und dadurch die Nervenfasern erregt. Das Labyrinthwasser kann übrigens, wenn die Membran des ovalen Fensters durch den Steigbügel hereingedrückt wird, nur dann ausweichen und in Wellenbewegung gerathen, wenn sich die Membran des runden Fensters nach der Paukenhöhle hin vorwölbt. Fehlte nämlich dieses dem ovalen Fenster als Gegenöffnung dienende runde Fenster mit seiner dasselbe verschließenden elastischen Membran, so würde das in starre Wandungen eingeschlossene, nicht zusammendrückbare Labyrinthwasser nicht in Wellenbewegung versetzt werden können. — Der Gang der Schallwellen im Ohr kann nur dann leicht und vollständig stattfinden, wenn alle die betheiligten Gebilde ihre volle freie Beweglichkeit haben und die in der Paukenhöhle eingeschlossene Luft weder dünner noch dicker als die atmosphärische ist. — Sowie in der Regel die Luftschwingungen durch das Trommelfell auf die schwingenden Theile des Gehörorgans übertragen werden, so geschieht auch das Umgekehrte, wenn das innere Gehörorgan direct (durch Knochenleitung, wie bei der eigenen Stimme) in Schwingungen versetzt wird. Diese Ableitung schwächt die Schwingungen des Ohres, und verhindert man sie (durch Schließen des Gehörganges), so hört man den durch Knochenleitung zugeführten Schall (die eigene Stimme) stärker.

Das **Trommelfell**, dessen Schwingungen durch seine Verbindung mit den Gehörknöchelchen ein sehr bedeutender Widerstand gesetzt ist (wodurch das selbstständige Nachschwingen oder Nachtönen desselben verhindert ist), kann mit Hülfe seines Spannmuskels in verschiedenem Grade gespannt werden und sich dadurch den höheren und tieferen Tönen accommodiren. Durch stärkere Spannung wird es geschickter, durch höhere Töne in Mitschwingungen versetzt zu werden; umgekehrt ist es bei seiner Erschlaffung. Diese Accommodation des Trommelfells ist bei verschiedenen Personen verschieden und muß, wenn sie mangelhaft vor sich geht, mehr oder weniger die Fähigkeit herabsetzen, durch hohe oder tiefe Töne in Mitschwingungen versetzt werden zu können. Durch zu starke Spannung des Trommelfells wird natürlich die Schwingungsfähigkeit desselben herabgesetzt, bis zur Schwerhörigkeit. Eine starke Spannung des Trommelfells kann auch durch die Verschiedenheit des Luftdruckes auf beiden Seiten desselben (in der Paukenhöhle und im äußern Gehörgange) zu Stande kommen. So wird durch kräftiges Ausathmen bei geschlossener Mund- und Nasenhöhle (Ausschnauben) Luft durch die Ohrtrompete in die Paukenhöhle eingepreßt und das Trommelfell nach außen gedrängt, wobei häufig ein knackendes Geräusch im Ohre wahrgenommen wird. — Die verschiedene Spannungsfähigkeit des Trommelfells ist der Grund, daß Manche solche hohe Töne (z. B. das Zirpen der Grillen), die von Anderen noch gehört werden, nicht mehr hören. Man giebt an, daß für das normale menschliche Ohr die Grenze der hörbaren Töne zwischen 16 und 38,000 Schwingungen gelegen sei, so daß über und unter diesen Schwingungszahlen die Töne nicht mehr gehört werden. Die höchsten Töne, welche man künstlich erzeugen konnte (durch Streichen kleiner Stimmgabeln mit dem Violinbogen), verursachten Schmerz und die Tonempfindung war nur unvollkommen. Manche Thiere hören zweifellos noch Töne, die der Mensch nicht mehr hört.

Die **Ohrtrompete** kann die das Hören wesentlich beeinträchtigenden Druckdifferenzen zwischen der Paukenhöhlenluft und der Atmosphäre dadurch ausgleichen, daß sich die Mündung an ihrem Schlundkopfende öffnet und ihr Kanal, welcher zur Paukenhöhle führt, auf diese Weise wegsam wird. Dies geschieht aber regelmäßig während der Schluckbewegungen. Deshalb macht man solche Bewegungen auch ganz willkürlich, wenn sich Schwerhörigkeit in Folge von Luftdruckdifferenzen einstellt. — Wenn beim Schnupfen sich die katarrhalische Entzündung der Nasenschleimhaut auch auf die Ohrtrompeten-Schleimhaut fortsetzt und durch deren Schwellung die Trompete sehr verengert oder ganz verstopft wird, so entsteht Schwerhörigkeit, zu welcher sich häufig subjective Geräusche, wie Summen, Brausen u. dergl. gesellen. — So tritt auch Schwerhörigkeit sehr wahrnehmbar ein, wenn man sich in einer Taucherglocke in die Tiefe hinabläßt oder in einem Luftballon rasch in beträchtlich dünnere Luftschichten emporsteigt. Im erstern Falle wird das Trommelfell stark einwärts gedrückt, weil die Luft, in der man athmet, stark comprimirt und deshalb dichter ist, während die Paukenhöhlenluft eine dünnere Beschaffenheit hat. Im Ballon, wo die atmosphärische Luft dünner als die der Paukenhöhle ist, wird dagegen das Trommelfell stark herausgestülpt. In beiden Fällen läßt sich die Schwerhörigkeit durch Schlingbewegungen heben und verhindern. —

Die **Paukenhöhle** ist ihres Luftgehaltes wegen insofern von Bedeutung, als sie den Schwingungen des Trommelfells und der Gehörknöchelchen, sowie dem Ausweichen der Membran des runden Fensters freien Spielraum gewährt. Die Ausgleichung des Luftdruckes in der Paukenhöhle mit dem der Atmosphäre geschieht durch die Ohrtrompete. Die Vermuthung, daß die Ohrtrompete das Hören der eigenen Stimme vermittele, hat sich als eine völlig irrige erwiesen; eine in die Mundhöhle gebrachte Taschenuhr hören wir gar nicht,

wenn sie nicht mit den Zähnen oder dem harten Gaumen in Berührung kommt. —

Das **Labyrinth** enthält neben seinem Wasser die Enden des Gehörnerven mit seinen specifischen Endorganen, deren Bestimmung es scheint, durch ihre Schwingungen die Nerven mechanisch durch Erschütterung in Erregung zu versetzen. Als solche acustische Endorgane werden in den Ampullen die Hörhaare und in der Schnecke die analogen Haare der Haarzellen des Corti'schen Organes, von Helmholtz auch die Corti'schen Pfeiler oder Stäbchen sowie die Gehörsteinchen angesprochen. Manche lassen neben den Hörhaaren nur noch die Haarzellen als acustische Endapparate gelten und sehen die Corti'schen Bogen als Resonatoren an, da ihre abgestufte Größe auf eine Abstufung ihrer Eigenschwingungszahl hindeutet. Es könnten auch die Hörhärchen der Ampullen, des Vorhofs und der Schnecke durch abgestufte Länge und Steifigkeit ein Resonatorensystem darstellen. — Ueberraschend ist ein Vergleich der Einrichtungen des Labyrinthes mit der Netzhaut des Auges. Wie Licht und Schall auf Schwingungen beruhen, so sind auch beide von zweierlei Art, dort Ton und Geräusch, hier Farbe und Licht, und wie im Ohre zweierlei Endapparate thätig sind, so auch in der Netzhaut des Auges. Hier zapfenförmige und stäbchenförmige Sehnervenendigungen, dort Hörhaare und Haarzellen. Wie die Stäbchen nur hell und dunkel zu unterscheiden, die Zapfen dagegen die Farbenempfindung zu vermitteln scheinen, so scheinen die Hörhaare die Geräusche und die Haarzellen die Töne und Klänge wahrzunehmen.

**Gehörsempfindungen.** Sind die Schallwellen auf dem angegebenen Wege von außen bis zu den Gehörnervenfasern gedrungen, so werden nun durch Leitung derselben zum Gehirne Gehörsempfindungen erzeugt. Hierbei werden wir von den Veränderungen im Gehirne (im psychischen Gehörorgane) unterrichtet, welche in Folge der Reizung der Gehörnerven mit Hülfe seiner Endorgane durch die Schallwellen eingetreten sind. Im Allgemeinen sind wir gewöhnt alle Geräusche und Schalleindrücke, welche auf das Trommelfell treffen, nach außen zu verlegen, während wir geneigt sind die Eindrücke, welche durch Knochenleitung die Gehörnerven treffen, als im Körper selbst entstanden aufzufassen. — Die Stärke (Intensität) aller Schallempfindungen hängt von der Größe der Schwingungen ab. Je größer die Excursionen der Schwingungen sind, desto mächtiger werden die Erschütterungen des Trommelfells, der Gehörknöchelchen, des Labyrinthwassers und der Endorgane des Gehörnerven sein, und desto intensiver ist auch die mechanische Erregung der Nerven und die dieser entsprechende Schallempfindung; umgekehrt je kleiner die Schwingungsgröße, desto schwächer die Empfindung. Zur Dämpfung der Schwingungen der Endorgane scheinen besondere Einrichtungen zu bestehen und werden die Ohrsteinchen sowie die Deckhaut des Corti'schen Organs dafür angesehen. — Die Empfindung der Geräusche läßt sich durch unregelmäßige, nicht periodische Schwingungen erklären und wird wahrscheinlich von den Vorhofsnerven vermittelt. Dagegen geht die Empfindung der Töne und Klänge aus regelmäßigen periodischen Schwingungen hervor und wird wohl durch die Schneckennerven empfunden. Die genannten Nerven zeigen nämlich eine Verschiedenheit

in ihren acustischen Endorganen. Die saitenartig ausgespannten und abgestimmten Corti'schen Stäbchen oder Pfeiler mit den Haarzellen auf der elastischen Spiralplatte der Schnecke scheinen nur durch periodische Schwingungen, die mit ihnen in Einklang sind, in anhaltende kräftige Mitschwingungen versetzt werden zu können. In wiefern die äußeren und inneren Haarzellen mit ihrer verschiedenen Art (den Stäbchen und Zapfen analog) von Nervenreichthum, verschiedene Schallwahrnehmungen vermitteln können, ist zur Zeit noch nicht bekannt. Dagegen scheinen die feinen Härchen in den Ampullen und der zähe Kalkbrei der Gehörsteinchen in den Vorhofsäckchen durch einzelne Stöße und unregelmäßige, nicht periodische Erschütterungen in regellose Bewegungen zu gerathen. Doch sind dies noch unbewiesene Hypothesen. — Die Empfindung verschiedener Tonhöhe ist abhängig von der Anzahl der Schwingungen, geknüpft an die Mitschwingungen der einzelnen Stäbchen und Haare der Haarzellen im Corti'schen Organe und an die mechanische Erregung der einzelnen Fasern des Schneckennerven, deren jede die Empfindung einer anderen Tonhöhe zu vermitteln scheint. Die Klangfarbe oder das Timbre ist abhängig von der verschiedenartigen Zusammensetzung der Schwingungen und wird von Fasern des Schneckennerven mit Hülfe des Corti'schen Organs empfunden. Hierbei scheinen mehrere bestimmte Härchen und Stäbchen in Mitschwingung versetzt zu werden und somit in mehreren verschiedenen Gruppen von Fasern des Schneckennerven einfache Tonempfindungen zu erregen, die zu einer einheitlichen Empfindung, nämlich zu der des Klanges, verschmelzen. Beim gleichzeitigen Ertönen vieler Klänge hören wir nicht, wie man nach den complicirten, das Ohr durchlaufenden Wellensystemen erwarten müßte, ein Geräusch, sondern unterscheiden deutlich jeden einzelnen Klang, ja können sogar aus einem Orchester ein einzelnes Instrument heraushören und für sich verfolgen, woraus hervorgeht, daß unser Gehörorgan Vorrichtungen besitzt, um jedes auch noch so complicirte Wellensystem in einfach pendelartige Schwingungen zu zerlegen, die einzeln als Töne wahrgenommen werden.

Die Richtung des Schalles wird durch das äußere Ohr bestimmt; aber es sind dazu beide Ohren nöthig, weil wir aus der verschiedenen Intensität der beiden Eindrücke in beiden Ohren den Schluß ziehen, daß der Schall in der Richtung auf das stärker erregte Ohr hin stattfinden müsse. In der Dunkelheit, wenn der Gehörsinn nicht durch das Gesicht unterstützt wird, ist ein Sehender, der sich das eine Ohr genau verstopft hat, nicht im Stande die Richtung des Schalles zu beurtheilen; er kann es erst dann, wenn er mit beiden Ohren hört. — Bei dem Lauschen bedienen wir uns nur eines Ohres allein und richten seine Ohrmuschel möglichst genau dem Orte des Schalles entgegen. — Die Entfernung des Schalles beurtheilen wir aus seiner größeren oder geringeren Intensität. — **Das Hören mit beiden Ohren** scheint nicht, wie beim Auge das Einfachsehen (s. S. 339), durch identische Punkte im Ohre (welche durch ihre gleichzeitige Erregung nur einen einfachen

Eindruck hervorbringen) veranlaßt zu sein, sondern mehr auf Gewöhnung zu beruhen. Zwei qualitativ gleiche Gehörseindrücke, von verschiedener Intensität auf je ein Ohr einwirkend, werden als gesondert empfunden. Bei den meisten Personen soll das eine Ohr denselben Ton höher empfinden als das andere.

**Subjective Gehörsempfindungen.** Die Gehörnerven können, wie die Sehnerven, außer durch Schall, auch noch durch Erregung in Folge von Abnormitäten des Blutlaufs im Gehirn und innern Ohre, von Giften und Krankheiten, sowie in Folge von Ermüdung und Schwäche (bei Blutarmuth u. s. w.) des Gehörapparates und widernatürlicher Erregbarkeit des Hirn- und Hörnervensystems zu sogenannten subjectiven Gehörsempfindungen (Gehörstäuschungen, die Geisteskranke nach außen verlegen) und so zu Hallucinationen (Sinnestäuschungen) Veranlassung geben. Zu diesen Empfindungen gehören: das Nachtönen, das in den Ohren Klingen, Ohrensausen, Hören musikalischer Töne u. dergl. Das bei geschlossenen Gehörgängen entstehende Sausen rührt wahrscheinlich davon her, daß man jetzt besser durch Knochenleitung hört und daher die Muskelgeräusche (namentlich des Kopfes, die Reibungsgeräusche des Blutes in den Kopfgefäßen ꝛc.) wahrnimmt.

**Entotische** (im Innern des Ohres entstehende) **Gehörswahrnehmungen.** Hierher gehören: das knackende Geräusch im Ohre durch plötzliche Oeffnung der Ohrtrompete und bei kräftiger Anspannung der Kaumuskeln; Klirren im Ohre, nach Helmholtz durch das Anschlagen der Sperrzähne des Hammer-Ambosgelenkes veranlaßt; brausende Geräusche (Ohrensausen) durch Schwingungen der Luft im äußern Gehörgange oder in der Paukenhöhle, wenn dieselben von der äußeren Luft abgesperrt sind (Verstopfung der Ohrtrompete oder des äußern Gehörganges); Klopfen im Ohre, hervorgebracht durch das Pulsiren benachbarter Pulsadern (besonders, wenn man mit dem Ohr auf einem harten Körper liegt). Auch diese Gehörswahrnehmungen können leicht bei Trübung des Verstandes zu Hallucinationen Veranlassung geben.

## Schall.

Zur Erzeugung eines Schalles (d. i. eine eigenthümlich zitternd schwingende Bewegung der Materie) ist es nöthig, daß ein Körper in rasche zitternde Bewegung versetzt wird, und daß dieser schallerzeugende Körper in einem schallleitenden Medium (Luft, Flüssiges, Festes) Stöße und Schwingungen veranlaßt, welche sich nach allen Richtungen hin im Schallmedium fortpflanzen. Die von einem schallend-vibrirenden Körper der Luft mitgetheilten Stöße und Schwingungen (Vibrationen) pflanzen sich hier wellenförmig fort, wie die Bewegungen des Aethers beim Lichtstrahl oder wie die des Wassers, in welches ein Stein geworfen wurde. Man nennt sie Schallwellen oder Schallstrahlen*).

*) Schallbewegungen der Luft. Man denke sich die Luft aus den kleinsten materiellen Theilchen zusammengesetzt und diese Theilchen mit dem Bestreben sich von einander zu entfernen (sich gegenseitig abzustoßen). Werden nun diese Theilchen mit Gewalt einander genähert, so kehren sie, wenn die Gewalt nachläßt, in ihre frühere Stellung zurück. Wird nun ein Lufttheilchen

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Schallwellen den Luftraum durcheilen, ist weit geringer als die des Lichtes, denn während der Schall eine Secunde Zeit braucht, um eine Strecke von 332 Meter (etwas über 1000 Fuß) zu durchlaufen, pflanzt sich das Licht in derselben Zeit über 300,000,000 Meter weit fort. Deshalb hört man den Knall einer Kanone weit später als man das Aufblitzen derselben sieht; und diese Differenz nimmt mit der Entfernung zu (jeder Secunde Verspätung entspricht eine Vergrößerung der Entfernung um 332 Meter). — Ist die Ursprungsstelle des Schalles ein fester Körper, so wird der Schall besser gehört, wenn das fortpflanzende Medium auch ein fester Körper ist; der Schall, welcher im Wasser sich erzeugt, wird am besten durch Wasser oder einen festen Körper, schlecht durch Luft fortgeleitet; der Schall, welcher in der Luft entsteht, wird sehr geschwächt, wenn er aus der Luft in Wasser übergeht, noch mehr als der im Wasser entstandene, welcher sich in die Luft fortpflanzt. Schwingungen der Luft gehen viel leichter auf feste Körper, namentlich auf gespannte Häute oder auf flüssige Körper über. In warmer Luft pflanzt sich der Schall schneller als in kalter Luft fort; durch Wasser und feste Körper gegen 4mal schneller als in der Luft; durch einen luftleeren Raum, weil hier keine Luftschwingungen entstehen können, gar nicht. — Bei der Fortpflanzung des Schalles, die wie die des Lichtes in geraden Linien strahlenförmig nach allen Seiten hin geschieht, findet, wenn der Schall auf andere schwingungsfähige Körper trifft und in diesen ähnliche Schwingungen erzeugt, ein Mitklingen derselben statt. Sind diese Körper aber, auf welche die Schallwellen auftreffen, hinlänglich dicht, so werden die Wellen, nachdem sie den Körper in schwingende Bewegungen versetzt haben, nach denselben Gesetzen wie die Lichtstrahlen zurückgeworfen (reflectirt). Hierauf gründet sich das Echo, das Sprachrohr, die acustische Bauart der Kirchen, Säle u. s. w.

Alle Körper in unserer Umgebung haben ein bestimmtes Verhalten zum Schalle; je nachdem sie mehr oder minder elastisch in ihren Theilen sind, werden sie langsamere oder schnellere Bewegungen machen können und davon hängt dann die Beschaffenheit des Tones ab, den sie von sich geben. Manche Körper, z. B. ein Stück weichen Thones oder lose zusammengeballte Wolle, gerathen beim Anschlagen in gar keine Schwingung und geben also keinen Ton von sich, sie besitzen keine Schallelasticität. — Die Stärke des Schalles, die stärkere oder schwächere Schallempfindung, hängt von dem größern oder geringern Umfange der Schwingungen ab (d. h. von der Breite des Raumes, innerhalb welches der schallerzeugende Körper und die einzelnen Theilchen des leitenden Mediums hin- und herschwingen). — Beim Geräusche sind die hin- und hergehenden Bewegungen der einzelnen Theilchen ganz unregelmäßig und deshalb die mit einander abwechselnden Verdünnungen und Verdichtungen, aus denen die fortschreitenden Schallwellen des Geräusches bestehen, nicht gleichartig und übereinstimmend zusammengesetzt, sondern ganz verschieden und regellos. — Die Empfindung eines

---

von einem schwingenden Schallkörper gestoßen, so schwingt es nicht nur selbst hin und her, sondern versetzt auch noch nach und nach alle die anderen Lufttheilchen in eine ähnliche Bewegung, wobei Verdichtungen und Verdünnungen der Luftmasse entstehen müssen. Sonach bleiben die schwingenden Lufttheilchen auf ihrer Stelle und nur in Folge der Mittheilung der Schwingung derselben an die nächsten Lufttheilchen schreiten die dadurch erzeugten Verdichtungen und Verdünnungen durch den Luftraum fort. Man nennt dieses Fortschreiten eine Wellenbewegung. Aehnlich geht es im stehenden Wasser zu und weil dieses dabei auf seiner Oberfläche abwechselnd ein sich über das Niveau Erheben und Sinken zeigt, so spricht man von Wellenbergen und Wellenthälern. Bei der Schallwellenbewegung nennt man die durch den Luftraum fortschreitenden Verdichtungen „Schallwellenberge“ und die Luftverdünnung „Schallwellenthäler“; ein solcher Berg und ein solches Thal bilden eine „Schallwelle“. — Ebenso wie in der Luft, entsteht und pflanzt sich der Schall in jedem elastischen Körper (Wasser, Festes) fort, nur mit verschiedener Geschwindigkeit.

Knalles entsteht, wenn die Schwingungen eines Körpers und die Schallstrahlen durch eine einmalige starke Erschütterung hervorgerufen wurden. — Beim (musikalischen) Klange geschehen die Schwingungen der Theilchen ganz regelmäßig, nach einer bestimmten, in immer gleicher Weise wiederkehrenden Norm. Es sind deshalb bei ein und demselben Klange alle auf einander folgenden Schallwellen genau einander gleich. Man nennt eine solche Bewegung beim Klange eine periodische, beim Geräusche ist sie nichtperiodisch. — Der Klang, in Bezug auf seine Höhe und Tiefe, wird im gewöhnlichen Leben Ton genannt und richtet sich nach der Anzahl der Schwingungen, welche der tönende Körper in einer Secunde macht. Je größer die Anzahl, desto höher der Ton, je kleiner, desto tiefer ist er. Jeder bestimmten Tonhöhe entspricht stets ein und dieselbe Schwingungszahl. Die tiefsten, noch wahrnehmbaren Töne haben etwa 16 Schwingungen, die höchsten über 38,000. Ein Ton, der aus noch einmal so vielen Schwingungen gebildet wird, als ein anderer, heißt die Octave von diesem (zwischen welcher 6 Zwischenräume liegen). Man fand, daß zwischen den periodischen Luftschwingungen insofern ein wesentlicher Unterschied stattfindet, als einige einfach sind, wie die Bewegungen des Pendels. Man bezeichnet die einfachen pendelartigen Schwingungen als Töne. Andere periodische Schwingungen (und zwar die allermeisten) setzen sich aus solchen einfachen Schwingungen in mehr oder weniger complicirter Weise zusammen. Man bezeichnet diese complexen zusammengesetzten Schwingungen als Klänge. Klang ist also niemals ein einziger, einfacher Ton, sondern eine Summe von Einzeltönen, und zwar sind diese Töne, die gleichzeitig und in demselben Momente mit einander erklingen, von verschiedener Stärke und Höhe. Zerlegt man also einen Klang in seine Componenten (ihn zusammensetzenden Töne), so bekommt man einfache Schwingungen, deren Schwingungsdauer kürzer ist als die der ganzen zusammengesetzten periodischen Bewegung. Die einfachen Töne, aus denen der Klang zusammengesetzt ist, werden als Partial- oder Theiltöne des Klanges bezeichnet. Der tiefste und meistens auch der stärkste derselben ist der Grundton, die übrigen heißen Obertöne und zeichnen sich mehr oder weniger durch Stärke oder Schwäche aus. Der Grundton bestimmt durch seine Schwingungszahl die musikalische Höhe des ganzen Klanges. Der Grundton und seine Obertöne verschmelzen für das Gehör so sehr zu einer einheitlichen Empfindung, daß sie nur von ganz besonders geübten Ohren oder durch besondere künstliche Veranstaltungen (durch leicht mittönende Körper, sogen. Resonatoren) einzeln aus dem Klange herausgehört werden können. Die verschiedenartige Zusammensetzung der periodischen Schwingungen (d. h. die verschiedene Anzahl und Stärke der Obertöne, die nebst dem Grundtone im Klange enthalten sind) bedingt nun die Verschiedenheit der Klangfarbe oder des Timbres, den specifischen Klang. Die Klänge des Claviers, der Geige, der menschlichen Stimme, der Blechinstrumente unterscheiden sich von einander durch die den Klang komponirenden Theiltöne und ihre Stärke. — Treffen mehrere Klänge gleichzeitig unser Ohr, so entsteht bekanntlich ein angenehmeres oder unangenehmeres Gefühl unter Bedingungen, welche mit dem Verhältniß der Schwingungszahlen ihrer Grundtöne im engsten Zusammenhang stehen. Man unterscheidet hiernach zwischen consonanten (wohlgefälligen) und dissonanten Zusammenklängen. Das Octavenverhältniß (1:2) und die Duodecime (1:3) bilden die vollkommenste Consonanz; dann folgen in der Richtung zur Dissonanz: Quinte (2:3), Quarte (3:4), große Sexte (3:5), große Terz (4:5), kleine Sexte (5:8) und kleine Terz (5:6.) Das Unangenehme der Dissonanz beruht lediglich in den durch sie bedingten Schwebungen d. h. in Schwankungen der Intensität durch Interferenz zweier in ihrer Wellenlänge verschiedener Wellensysteme, welche unter Umständen auf das Ohr ähnlich unangenehm wie das Flackern eines Lichtes auf das Auge wirken.

---

# Gehörorgan bei den Thieren.

Die einfachsten Gehörwerkzeuge, wie sie bei den Medusen vorkommen, bestehen aus bläschenförmigen Körpern (Randbläschen), welche bald einen, bald mehrere aus kohlensauerem Kalk bestehende Krystalle (Ohrsteinchen) enthalten und am Rande des Schirmes angebracht sind. — Bei den Würmern stellt das Gehörorgan eine mit Wimperzellen ausgekleidete bläschenförmige Kapsel dar, welche dicht über dem Nervencentrum liegt und einen größern Otolith oder einen Haufen kleinerer Gehörsteinchen einschließt. — Die Krustenthiere haben als Gehörorgan theils geschlossene (Gehörbläschen), theils nach außen offene Säckchen (Hörgruben), in denen Hörsteinchen in einer wässerigen Feuchtigkeit, getragen von steifen Härchen schweben, welche mit ihren Enden den Steinchen anhaften und zum Theil eine nach der Größe geordnete Reihenfolge erkennen lassen. Auch an freien Körperstellen finden sich Hörhaare (entsprechend den Taststäbchen), welche von demselben Nervenstamme, wie die Gehörbläschen und die offenen Gehörgruben, Fasern erhalten. Hensen leitete den Schall eines Klapphornes in das Wasser, in welchem sich ein Geißelkrebs (Mysis) befand, und beobachtete, daß durch gewisse Töne des Horns einzelne der äußeren Hörhaare in starke Schwingungen versetzt wurden, durch andere Töne andere Hörhaare. Jedes Hörhaar antwortete auf mehrere Noten des Hornes. — Bei den Insekten findet sich eine dem Trommelfell ähnliche Membran, welche in einem festen Chitinringe ausgespannt ist und in ihrer Lage wechselt (in der Nähe der Füße und Wurzeln der Flügel). An der inneren Fläche dieser Membran lagert eine Tracheenblase, mit welcher eine ganglienartige Nervenausbreitung in Verbindung steht. Mit

diesem Ganglion hängen als acustische Endorgane durch feine Fädchen säulenförmige Stiftchen in bestimmter Anordnung zusammen. — Das Hörorgan der Mollusken besteht im Allgemeinen aus einem innern mit Haarzellen besetzten Bläschen, in welchem feste Massen oder krystallinische Gebilde als Ohrsteinchen enthalten sind. Die Endigungen der Hörnerven finden sich an Wandstellen, an welchen Hörhaare stehen.

Bei den Wirbelthieren zeigt das Gehörorgan sehr verschiedene Entwickelungsstufen, die jedoch sämmtlich einem Grundplan angehören und in ihrer einfachsten Form dem Gehöre der wirbellosen Thiere gleichen. Den Ausgangspunkt bildet eine mit Flüssigkeit gefüllte, Ohrsteinchen enthaltende Blase, an deren Wandungen sich der Gehörnerv verbreitet. Dieses Gehörbläschen bildet sich zum Labyrinthe um, indem sich ihm Bogengänge und später die Schnecke anreihen. Im Verlaufe der Entwickelung des Gehörorgans höher stehender Thiere (ebenso des Menschen) durchläuft dasselbe Perioden, in welchen es in seinem Baue Spuren aus der Organisation jedweder Thiergruppe zeigt und zu Anfange nichts weiter darstellt, als ein Gebilde, welches dem Ohre des Flußkrebses entspricht. — Die Fische stehen in der Einfachheit des Gehörganges den Krebsen am nächsten, jedoch finden sich das längliche Säckchen und die Bogengänge schon bei der Mehrzahl derselben in vollkommener Entwickelung. Von dem Schneckenapparat, welcher in seiner wesentlichen Ausbildung erst den höheren Wirbelthieren zukommt, findet sich nur die erste Andeutung eines Schneckenkanales an dem runden Gehörsäckchen als eine Ausbuchtung, die sich in der Form eines (zweier oder dreier) halbkreisförmig gebogenen Röhrchens darstellt und wie das Bläschen mit Flüssigkeit (mit Gehörsand oder Gehörsteinchen) gefüllt ist. Bei vielen Knochenfischen steht das häutige Labyrinth mit der Schwimmblase in Verbindung. Bei den Karpfen- oder Weißfischen hängt der Vorhof durch eine Kette mit Bandmasse verbundener Knöchelchen mit der Schwimmblase zusammen, noch complicirter ist dieser Apparat bei Welsfischen und Häringen. Ein äußeres Ohr existirt nicht; das Organ liegt unter der Kopfhaut in dem Schädelgewölbe eingebettet. — Bei den Amphibien finden sich mehrere Ausbuchtungen des Säckchens, als Schneckenandeutungen, sowie Verdickungen der Wand mit Nervenendigungen. — Bei den Reptilien tritt das runde Fenster auf; sämmtliche Abtheilungen der Schneckenandeutung erheben sich, besonders bei den Krokodilen, in Gestalt eines kegelförmigen Anhanges über das Niveau des Säckchens empor. — Bei allen in der Luft lebenden Wirbelthieren zeigt sich nun statt der einfachen Hautdecke, wie sie (bei den Fischen und den im Wasser lebenden Reptilien und Amphibien) das Gehörorgan von der Außenwelt scheidet, eine Trommel- oder Paukenhöhle, ein lufterfüllter Raum zwischen dem Gehörgange und der Außenwelt, der nach außen durch ein Trommelfell geschlossen und nach innen durch eine offene Röhre (Ohrtrompete) mit der Rachenhöhle in Verbindung steht. Zwischen Trommelfell und innerem Gehörorgan befindet sich bei den niederen luftathmenden Wirbelthieren ein einziges langes Gehörknöchelchen (Columella). — Bei den Vögeln sind die beiden Säckchen (mit Gehörsteinchen) zu einem gemeinsamen Sacke verschmolzen; der Schneckenkanal, welcher mit diesem Sacke durch einen engen Gang zusammenhängt, ist bedeutend verlängert und zeigt schon Andeutung einer spiraligen Aufwickelung. Die beträchtliche Entwickelung der Bogengänge, welche in den Vorhof einmünden, zeichnet das Labyrinth der Vögel aus. Zwischen Trommelfell und ovalem Fenster zieht sich ein langes Gehörknöchelchen (Columella) durch die Paukenhöhle. Das äußere Ohr wird nur durch einen kurzen Gehörgang dargestellt, über welchen sich bei wenigen Vögeln (Eulen) eine häutige, mit steifen Federn besetzte Klappe legt. — Bei den niedersten Säugethieren (Schnabelthieren) gleicht das Labyrinth dem der Vögel, bei den höheren dem des Menschen. Bei den höheren Säugethieren bildet die Schnecke Windungen; deren größte Anzahl (5) findet sich bei den Nagethieren, die geringste ($1^1/_2$) bei den Walthieren. Die Bogengänge haben bei den verschiedenen Ordnungen eine verschiedene Größe. Die Paukenhöhle wird häufig in einem besondern Knochen geborgen (Nage- und Raubthiere) und hängt (wie beim Menschen mit den Warzenfortsatzzellen) mit Höhlungen benachbarter Knochenpartien zusammen. Die Ohrtrompete mündet in die Schlundkopfhöhle, nur bei den Walthieren öffnet sie sich in den Nasenausgang ihrer Seite. Das Trommelfell scheidet die Paukenhöhle vom äußern Gehörgang und eine Kette von Gehörknöchelchen (welche sich allmählich vervollkommnen) verbindet ersteres mit dem ovalen Fenster. In den Ampullen der Thiere finden sich, wie beim Menschen, Hörhaare. Die Haarzellen (in der Schnecke) der Amphibien, Reptilien und Vögel verhalten sich in Bau und Stellung mehr wie die inneren Haarzellen der Säuger, bei denen die Corti'schen Bogen wie äußeren Haarzellen zuerst auftreten. Bei allen Wirbelthieren mit Ausnahme der Rundmäuler finden sich nach der Gattung verschieden geformte Ohrsteinchen. Das äußere Ohr fehlt den Walen, Schnabelthieren, Flossensäugethieren und anderen; es stellt bald nur eine einfache Klappe, bald eine (durch Knorpelstücke gestützte) Ohrmuschel dar, welche bei vielen durch bestimmte Muskeln bewegt werden kann.

---

## Riech- und Geschmacksapparat.

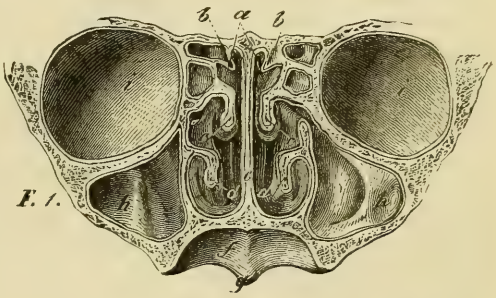
Der Geruchs- und der Geschmackssinn werden als chemische Sinne bezeichnet, weil man durch sie gewisse chemische Eigenschaften der Körper ermittelt und weil ihre nervösen Endorgane nur durch

chemische Agentien in normaler Weise erregt werden können. Wie ähnlich sich die diesen beiden Sinnesorganen eigenthümlichen Sinneswahrnehmungen sind, geht daraus hervor, daß wir gewisse Empfindungen bald dem einen, bald dem andern dieser beiden Organe zuschreiben und daß solche Empfindungen in Wahrheit Mischempfindungen durch die Erregung beider sind. Beide Sinne verlangen durchaus, daß die Schleimhaut, in welcher sich die Endorgane des betreffenden Sinnesnerven verbreiten, feucht ist und daß das zur Empfindung zu Bringende eine gasförmige oder tropfbar flüssige Form hat. Geruchs- wie Geschmackseindrücke werden durch die von den gereizten Endorganen erregten Geruchs- und Geschmacksnervenfasern zu den Centralorganen des Geruchs- und des Geschmackssinns im Gehirn geleitet und erwecken im Bewußtsein die Vorstellung einer Geruchs- oder Geschmacksempfindung, deren Quelle stets nach außen verlegt wird.

a) Der **Riechapparat**, das **Geruchsorgan**, ist weit einfacher als der Hör- und Sehapparat eingerichtet. Nur die Schleimhaut, welche den obersten Theil der Nasenscheidewand und die beiden oberen Nasenmuscheln überkleidet (die Schneider'sche Haut oder Riechschleimhaut), steht in directer Beziehung zu den Geruchsempfindungen, weil sich in dieser die Geruchsnerven mit ihren Endorganen, den eigenthümlich geformten Riechzellen, befinden. Die übrigen Theile der Nasenhöhle sind als Anhänge zum Athmungsapparat zu betrachten. Die Nasenhöhle ist in ihrem Innern mit verschiedenen Vorsprüngen (Nasenmuscheln) versehen, welche der Schleimhaut eine bedeutende Ausdehnung gestatten, und steht mit mehreren Nebenhöhlen (im Stirn- und Sieb-, Keil- und Oberkieferbein) in Communication. Dies hat zugleich den Vortheil, daß sich die durch die Nasenhöhle strömende Luft daselbst durch sehr enge Zwischenräume hindurchdrängen muß und daß deshalb nicht viele Lufttheilchen durch die Nase gelangen können, ohne mit den Wänden derselben in Berührung zu kommen. — Die Nase dient aber nicht blos dem Sinne des Geruchs, sondern sie ist auch lufteinlassendes und prüfendes Organ und insofern Wächter für die Inspiration, als die meisten schädlichen Verunreinigungen der atmosphärischen Luft wahrnehmbar sind und deshalb durch das Geruchsorgan angezeigt werden; ebenso erwärmt sie die eingeathmete Luft, und die dieselbe verunreinigenden Partikelchen (Staub u. s. w.) bleiben im Nasenschleime hängen und werden so vom Eintritte in die Luftwege abgehalten. — Die Nase hat ferner wesentlichen Einfluß auf die Modulation der Stimme und Sprache, sowie sie auch zur Aufnahme der Thränen dient. — Man unterscheidet am Geruchsorgane die äußere, im Gesicht hervorragende, und die innere Nase, welche letztere aus der Nasenhöhle und der sie überziehenden Schleimhaut besteht.

Die **äußere Nase**, auch schlechthin Nase genannt, hat theils (an ihrer Spitze und den die Nasenlöcher umgebenden Flügeln) eine knorpelige, theils (an ihrer Wurzel) eine knöcherne Grundlage. Hinsichtlich ihrer Gestalt und Größe ist sie sehr vielen Modificationen unterworfen und variirt vorzüglich auf dreierlei Art, nämlich als: Habichts-, Stumpf- und aufgeworfene Nase. Diese den Gesichtsausdruck wesentlich bestimmenden Varietäten finden sich bei den einzelnen Menschenrassen am deutlichsten ausgeprägt. 1. Die Habichtsnase, welche sich durch ihre starke Hervorragung, die Schmalheit und Wölbung des Rückens nach außen auszeichnet, kommt vorzugsweise der kaukasischen Menschenrasse zu. Dabei sind die Nasenhöhlen zugleich weniger geräumig. 2. Die Stumpfnase, bei welcher die Wurzel eingedrückt ist, der Rücken mehr zur horizontalen als senkrechten Richtung hinneigt und der untere Theil breit und flach wird, gehört hauptsächlich der äthiopischen und mongolischen Rasse an. 3. Die aufgeworfene Nase unterscheidet sich von der Stumpfnase durch ihre mehr aufwärts gewandten Nasenlöcher. Sie ist am deutlichsten in den malayischen und chinesischen Gesichtern ausgeprägt. — Die äußere Nase dient nicht allein als Luft ein- und auslassender Theil, sondern auch zur Bedeckung des Geruchsorgans und Abwehrung schädlicher mechanischer Einflüsse von außen. Die Haut der äußeren Nase ist dünn und mit sehr feiner Oberhaut überzogen; sie setzt sich noch etwas in die Nasenhöhle hinein fort und geht dort allmählich in die Schleimhaut über.

Taf. VIII.



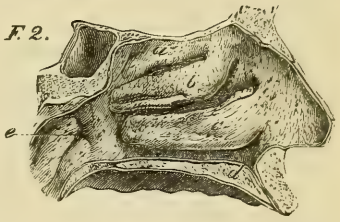




Fig. 1. Die Nasenhöhle im senkrechten Querdurchschnitt. a. Die beiden Nasenhöhlen-Hälften. b. die obere, c. die mittlere und d. die untere Nasenmuschel. e. Die Nasenscheidewand. f. Der Gaumen. g. Das Zäpfchen. h. Die Oberkieferhöhlen. i. Die Augenhöhlen.

Fig. 2. Die Seitenwand der Nasenhöhle. a. Die obere, b. die mittlere und c. die untere Nasenmuschel. d. Der harte Gaumen. e. Ohrtrompetenmündung im Schlundkopfe.

Die **innere Nase** oder die **Nasenhöhle** ist vorn und hinten offen und nimmt eine solche Lage ein, daß ein Theil der Luft, der gewöhnliche Träger der Gerüche, beim Einathmen durch sie hindurchströmen

muß, um in die Lungen zu gelangen. An der äußeren Wand der Nasenhöhle liegen die drei Nasenmuscheln über einander; durch eine in der Mitte senkrecht sich herabziehende, vorn knorpelige, hinten und oben knöcherne Scheidewand (Nasenscheidewand) ist sie in zwei vollständig getrennte Hälften geschieden; ihr Boden ist der harte Gaumen und trennt die Nasen- von der Mundhöhle; ihr Dach wird vorzugsweise vom Siebbeine gebildet und dieses enthält zum Eintritte der Riechnerven aus der Schädelhöhle in die Nasenschleimhaut eine Menge von Oeffnungen, die aber von den hindurchtretenden Nerven vollkommen ausgefüllt sind und nicht etwa, wie man wohl glaubt, Schnupftabak aus der Nasenhöhle zum Gehirn oder umgekehrt Flüssiges aus dem Schädel in die Nase gelangen lassen. Den Eingang in die Nasenhöhle bilden die Nasenlöcher; ihre beiden hinteren Oeffnungen (Choanen) führen in den Schlundkopf und so ist durch diesen eine Communication der Nasenhöhle mit der Mundhöhle, dem Kehlkopfe, der Luft- und Speiseröhre hergestellt (s. S. 170 Taf. V. Fig. B.). Auch in die Ohrtrompete, die sich dicht hinter der Nasenhöhle öffnet, sowie in die Höhlen benachbarter Knochen (wie des Stirn-, Sieb-, Keil- und Oberkieferbeines) und in den Thränenkanal kann man aus der Nasenhöhle gelangen. — Derjenige Theil der Schleimhaut, welcher nicht der Sitz des Geruchssinns ist (also der den untern Theil der Nasenhöhle austapezierende), ist mit einem flimmernden Oberhäutchen überkleidet und enthält eine reichliche Menge von traubenförmigen Schleimdrüsen und Blutadern. Sie ist übrigens ungemein reich an Gefühlsnerven (vom 5. Hirnnerven) und Blutgefäßen, und sehr leicht der Sitz von Entzündungen (Nasenkatarrh oder Schnupfen), Blutungen und polypösen Auswüchsen; auch entwickelt sich nicht selten ein sehr unangenehmer Geruch aus derselben (d. i. die Stinknase), und gewisse Krankheiten (Syphilis, Scrophulose, Krebs) veranlassen mit Vorliebe Zerstörungen an und in der Nase. Die Communication der Nasenhöhle durch ihre hinteren (durch den gehobenen Gaumen verschließbaren) Oeffnungen mit dem Schlundkopfe erlaubt, daß sich Nasenkatarrhe auf den Gaumen, die Mandeln, den Kehlkopf, die Luftröhre und die Ohrtrompete ausdehnen. In den Nebenhöhlen der Nase fehlen der Schleimhaut die Schleimdrüsen fast gänzlich.

Die eigentliche Riechschleimhaut überkleidet nur den obern Theil der Nasenscheidewand und die beiden oberen Nasenmuscheln. Sie ist gelblich gefärbt und ohne Flimmerhäutchen. Ihr Oberhäutchen ist sehr dick, aber doch ungemein zart und weich, und besteht aus einer Schicht langgestreckter Oberhautzellen, die außer Körnern und Körnchen noch gelbe oder braunrothe Farbekörnchen enthalten; zwischen diesen Epithelzellen befinden sich die sogen. Riechzellen, die Endorgane der Geruchsnerven, den Zapfen der Netzhaut im Auge nicht unähnlich. Es sind langgestreckte, spindelförmige Zellen mit rundem,

hellem Kern. Jede solche Spindelzelle besitzt zwei Ausläufer, von denen der eine zwischen den Oberhautzellen nach der Oberfläche der Schleimhaut aufsteigt und sich hier mit einem abgestutzten Ende frei endigt, welches nach Einigen nur bei Vögeln und Amphibien, nach Anderen aber auch bei Menschen, Säugern und Fischen mit langen Cilien (Riechhärchen) besetzt ist. Der zweite, weit feinere Fortsatz geht nach abwärts in die Schleimhaut und scheint Endfaser des Riechnerven zu sein. Auch einfache, aber nur wenige Schleimdrüsen lagern in der Riechschleimhaut, wodurch diese stets feucht und dadurch zum Riechen geeignet erhalten wird. — Als Schutzorgan für die eigentliche Riechhaut kann die übrige Nasenschleimhaut angesehen werden, weil sie die eindringende Luft von gröberen schädlichen Beimengungen befreit.

Die Sinnesthätigkeit, welche wir als *Riechen* bezeichnen, wird durch die Reizung der Endorgane des Geruchsnerven (Riechzellen) vermittelst bestimmter gasförmiger Stoffe hervorgerufen. Diese Reizung trägt sich auf die Geruchsnerven und durch diese auf das Centralorgan des Geruchssinns im Gehirn über. Die Erregung dieses letztern erweckt im Bewußtsein die Vorstellung einer Geruchsempfindung, deren Quelle stets nach außen verlegt wird. Die Bedingungen zum deutlichen Riechen sind: riechbare Stoffe, Zuleitung derselben zur Riechhaut, normaler Zustand dieser Haut, gehörige Empfindlichkeit der Geruchsnerven und richtige Thätigkeit des Gehirns zum Wahrnehmen und Beurtheilen des Gerochenen. — Zugeleitet zur Riechhaut werden die riechenden Materien mittels der Einathmung. Diese Materien müssen aber eine *gasförmige* Form besitzen, denn flüssige, stark riechende Stoffe z. B. Kölnisches Wasser, in der Rückenlage bei herabhängendem Kopf in die Nase gebracht, bewirken keinen Geruch. Die Erregung geschieht, wie es scheint, nur im ersten Augenblicke der Berührung, denn zur dauernden Unterhaltung der Geruchsempfindung ist es nöthig, daß immer neue Theilchen des Riechstoffs mit den Endorganen in Berührung kommen. Die riechenden Stoffe werden also in einem Strome (Luftstrom) durch das Geruchsorgan geführt und der Erfolg ist um so größer, je schneller der Strom, je schneller also der Wechsel der Riechtheilchen ist. Um einen guten Geruch besser zu genießen, ziehen wir die Luft bei geschlossenem Munde und erweiterten Nasenlöchern kräftiger hinauf in die Nasenhöhle zur Riechhaut und schneller durch die Nase hindurch (d. i. das *Schnüffeln* oder *Schnopern*). Durch Anhalten des Athems oder durch Athmen blos mit dem Munde hört jede Geruchsempfindung auf, und deshalb thun wir dies bei schlechten Gerüchen. Die Geruchsempfindung bleibt noch einige Zeit zurück, nachdem der riechende Stoff entfernt ist, entweder weil kleine Partikelchen desselben zurückbleiben, oder als Nachempfindung. Mit der längeren Dauer des Geruchseindrucks ermüdet die Riechschleimhaut (Geruchsnerven) nach und nach und es verschwindet endlich die Geruchswahrnehmung für denjenigen Geruch, der sie ermüdete, ohne daß dadurch die Fähigkeit für andere Gerüche abnimmt. Durch Aufmerksamkeit kann man sich bei neuer Geruchsempfindung schon vorhandener früherer erinnern und auch an demselben Gegenstande mehrere Gerüche unterscheiden. Durch Vorstellungen von Gerüchen entstehen subjective Gerüche; eben solche kommen auch bei Krankheiten des Geruchsorgans und des Gehirns vor. Durch den Schnupfen wird das Geruchsvermögen zeitweise beschränkt oder aufgehoben.

Das *Riechbare* sind in der Luft auf's Feinste vertheilte und abgelöste Theilchen gewisser Körper. Manche Körper nämlich, und das sind eben die

riechenden, besitzen die Eigenschaft, Partikelchen ihrer selbst der umgebenden Luft abzugeben, in dieselbe ausströmen zu lassen, sich zu verflüchtigen, zu verdunsten. Ganz deutlich zeigt sich dieses Ausströmen riechender Partikelchen am Kampher, indem ein Stückchen desselben, auf eine Wasserfläche gelegt, das Wasser nach allen Seiten zurücktreibt, dadurch in eine Grube zu liegen kommt, ja durch den Rückstoß des Wassers selbst in eine rotirende Bewegung geräth. Zugleich nimmt der Kampher an Gewicht und Masse ab. Je kräftiger nun das Ausströmen von Partikelchen geschieht, je flüchtiger also ein Stoff ist (wie Kampher, Moschus, Terpentin), desto rascher und weiter verbreitet er sich in der Atmosphäre, selbst ohne Luftströmung. Dagegen verbreitet sich das Riechbare mancher Stoffe nur in der nächsten Luftschichte (sie duften), kann jedoch durch Strömungen in der Atmosphäre weiter geführt werden. Je flüchtiger ein Stoff ist, desto schneller verschwindet das von ihm ausgehende Riechende, während das Duftende andauernder ist und bisweilen mit großer Zähigkeit an manchen Körpern haftet (wie Tabaksrauch an Büchern); nur wenige riechbare Körper sind ebensowohl flüchtig als dauernd, wie der Moschus. Der Wasserdunst ist vorzugsweise der Träger der Riechstoffe und die Wärme, welche die Bildung des Wasserdunstes, überhaupt die Auflösung und Verflüchtigung aller Stoffe befördert, begünstigt aus diesem Grunde auch das Ausströmen des Riechbaren; nur übermäßige Hitze und Kälte vernichtet dasselbe. Die Atmosphäre nimmt um so leichter Gerüche auf, je wärmer und feuchter sie ist, und diese werden sich um so leichter verbreiten, je bewegter die Luft ist. — Ueber die Beurtheilung der verschiedenen Qualitäten des Riechbaren nach der Verschiedenheit der Geruchsempfindung läßt sich nichts sagen, da hierin nicht allein bei verschiedenen Personen, sondern auch bei einer und derselben Person zu verschiedenen Zeiten die auffallendsten Unterschiede vorkommen. Die Bezeichnung der Gerüche als angenehm und unangenehm beruht zum Theil auf Vorstellungen, die sich an die Geruchsempfindung anschließen. Diese Vorstellungen wechseln schon mit den verschiedenen normalen Körperzuständen; so duftet dem Hungrigen eine Speise äußerst angenehm in die Nase, während ihr Geruch ihm, wenn er gesättigt ist, unter Umständen Widerwillen erregt. Starke Gerüche können Kopfschmerzen, sogar Bewußtlosigkeit und Ohnmacht erzeugen, aber eben deshalb auch als Belebungsmittel dienen.

Andere als Geruchsempfindungen, welche bisweilen in der Nasenhöhle wahrgenommen werden, wie das Gefühl von Brennen, Jucken, stechendem Geruche (Ammoniak, Essigsäure), Kitzeln u. s. w. werden nicht durch den Geruchsnerven, sondern durch Nervenfasern des 5. Hirnnerven (siehe S. 176) vermittelt; sie sind einfache Gefühlsempfindungen, welche ebenso gut an der Augapfelbindehaut empfunden werden. Der dreigetheilte Nerv giebt auch mittels Reflexes die Veranlassung zum Niesen beim Kitzeln der Nasenschleimhaut.

b) Der **Geschmacksapparat**, das **Geschmacksorgan** hat seinen Sitz in gewissen Theilen der Mundschleimhaut, insbesondere in der Zungenschleimhaut, und zwar haben zahlreiche Schmeckversuche (durch Auftupfen schmeckbarer Pulver) sowie die mikroskopische Untersuchung der Mundhöhlenschleimhaut ergeben, daß hauptsächlich der hintere Theil der Zunge Sitz des Geschmacksorgans ist, daß aber auch die Zungenspitze, die Zungenränder und der vordere Theil des weichen Gaumens, wenn auch in geringerem Grade, Geschmacksfähigkeit besitzen. Nicht schmeckfähig sind die Lippen, das Zahnfleisch, die Wangenschleim-

haut und die untere Zungenfläche. Beobachtungen und Versuche haben es ferner wahrscheinlich gemacht, daß verschiedene Arten von Endapparaten existiren und daß diese nicht gleichmäßig über die geschmackempfindenden Stellen verbreitet sind. Als nervöse Endorgane des Geschmacksnerven werden die sogenannten Geschmacksknospen (Geschmackszwiebeln oder Schmeckbecher) angesehen. Als Geschmacksnerv gilt der 9. Hirnnerv (Zungenschlundkopfnerv, s. S. 176), wahrscheinlich betheiligt sich aber auch der 5. Hirnnerv (Dreigetheilter Nerv s. S. 176) an der Geschmacksempfindung.

Die **Zunge**, welche mit dem Boden der Mundhöhle (vorn am Unterkieferknochen) und dem auf- und abwärts beweglichen Zungenbeine verwachsen ist, und nicht blos dem Schmecken, sondern vermöge ihrer Beweglichkeit auch dem Sprechen, Tasten, Kauen und Schlingen dient, besteht ihrer Hauptmasse nach aus Fleisch (d. i. der Zungenmuskel). Das Zungenfleisch ist durch eine weiße, häutige Scheidewand (Zungenscheidewand) der Länge nach in zwei Hälften getheilt und besteht aus Fleischfaserzügen, die entweder von vorn nach rückwärts (von der Spitze nach der Wurzel) oder von einer Seite zur anderen, oder von der unteren Fläche gegen die obere verlaufen. Sie durchflechten sich dabei in Form eines äußerst zierlichen Strickwerkes, welches man an Querschnitten von thierischen Zungen deutlich bemerken kann. Dieses Zungenfleisch vermittelt das Herausstrecken und Hineinziehen, das Seitwärtsbewegen und das Herumrollen, das Hohlmachen und die verschiedenen Bewegungen der Zunge beim Sprechen. Dasselbe ist mit einem Schleimhaut-Ueberzuge (der Zungenhaut) bekleidet, auf welchem sich eine unzählige Menge größerer und kleinerer Hügelchen und Fäden erheben, welche Zungen- oder Geschmackswärzchen (Geschmacks- und Tastpapillen) heißen. Es giebt Wallwärzchen, fadenförmige und pilzartige Papillen; erstere sind die größten und finden sich auf dem Zungenrücken in der Nähe der Zungenwurzel regelmäßig in Vform aufgestellt; die anderen liegen zerstreut herum. In den Wallwärzchen befinden sich Schlingen von Capillargefäßen und in der sie umgebenden Furche die Endorgane des Geschmacksnerven. Außer an Wärzchen ist die Zungenhaut auch noch reich an Schleimdrüsen. Im Innern der Zunge verbreiten sich ansehnliche Blutgefäße und Nerven. Die letzteren gehören an: dem 5. Hirn- oder dreigetheilten Nerv (Tast- und Empfindungs-, wahrscheinlich auch Geschmacksnerv), dem 9. Hirn- oder Zungenschlundkopfnerv (Geschmacksnerv), dem 12. Hirn- oder Zungenfleischnerv (Bewegungsnerv). — Von Krankheiten wird die Zunge nicht häufig befallen, nur bisweilen von Entzündung, Neubildungen und Geschwüren (die manchmal scharfen, ritzenden Zahnspitzen ihre Entstehung verdanken). — Bei blödsinnigen Kindern ist die Zunge gewöhnlich dick, drängt sich aus dem Munde hervor und zeigt eine träge Beweglichkeit. Bei Halbgelähmten wird sie

schräg, nach der gelähmten Seite, herausgestreckt. — Der Zungenbeleg kommt entweder durch örtliche Reize (Tabakrauchen, scharfe Speisen u. dergl.) zu Stande oder tritt als Theilerscheinung gewisser, den Magen und Darm betreffender Krankheiten auf.

Die Endigungen der Geschmacksnerven, welche vom Zungenschlundkopfnerven stammen und in die Wallwärzchen eintreten, enthalten vor ihrem Eintritte in die Papillen mikroskopische Ganglienzellen und bilden hier ein Geflecht, von welchem Fäserchen in die Papille eintreten. Auf diesen Fäserchen sitzen die eigentlichen Geschmacksorgane in dem geschichteten Pflasterepithel der Papille als zahlreiche, mikroskopische Zellengruppen. Man bezeichnet dieselben als „Geschmacksknospen" oder „Schmeckbecher". Sie liegen in flaschenförmigen Lücken des Gewebes und ihre enge Mündung wird „Geschmacksporus" genannt. Die Schmeckbecher haben ihren Sitz vorzugsweise an den seitlichen Flächen der Wallwärzchen und bilden hier, oft zu vielen Hunderten, einen breiten Gürtel um die Papille. Auch an der der Papille zugekehrten Fläche des Ringwalls, sowie auf den pilzförmigen Papillen finden sich vereinzelte Schmeckbecher. Der Boden der Knospen- oder Becherhöhle ruht auf der Schleimhaut, die Wände werden von Epithelzellen gebildet, im Innern liegen Zellen wie die Blätter einer Knospe an einander, von welchen die die äußeren Schichten bildenden Deckzellen, die inneren Geschmackszellen benannt werden. Letztere sind dünn, lang und stark lichtbrechend; ihr oberes freies Ende ist borstenförmig zugespitzt, ihr unteres steht durch einen feinen Fortsatz mit den Nervenfasern in Verbindung. Sonach ist der eigentliche Sitz der Geschmacksorgane in der Furche rings um die Wallwärzchen.

Die schmeckbaren Stoffe, Geschmacksobjecte, sind ihrer inneren Natur nach wenig oder gar nicht gekannt; man weiß durchaus nicht, welche Eigenschaften einem Körper zukommen müssen, damit er schmeckbar sei. Als allgemeinstes Merkmal läßt sich nur die Auflöslichkeit desselben angeben; Stoffe, welche Geschmäcke hervorbringen sollen (d. s. schmeckbare, sapide), müssen entweder schon aufgelöst sein, ehe sie in den Mund gebracht werden, oder hier in dem Speichel und Schleim sich lösen. Außerdem erregt nur der elektrische Strom die Geschmacksnerven und veranlaßt (saure, laugenhafte) Geschmacksempfindung. Die Schmeckbarkeit der Stoffe scheint im Verhältnisse zu ihren chemischen Bestandtheilen zu stehen.

Eine Classification der Geschmäcke ist unmöglich, da wir blos subjectiv über das Angenehme oder Unangenehme der Geschmacksempfindungen urtheilen können (also de gustibus non disputandum est). Als die hauptsächlichsten Geschmäcke nennt man: den sauren, süßen, salzigen, bittern, scharfen, herben, alkalischen, faden, metallischen, fauligen, fettigen, gewürzhaften und brenzlichen Geschmack. — Die die Geschmacksempfindungen bedingenden und durch die Geschmacksobjecte hervorgerufenen Vorgänge auf der Zunge sind ebenfalls noch unerforscht.

Die meisten schmeckenden Substanzen haben keinen einfachen Geschmack, sondern sind Mischempfindungen, die wir aber viel schärfer zu trennen vermögen als die Mischempfindungen der übrigen Sinne, so daß es scheint, als ob dies durch die gleichzeitige Erregung verschiedener Endorgane geschehe, deren Empfindungen erst im Centralorgan des Geschmackssinnes im Gehirn sich vereinigen. Die gleichzeitigen Empfindungen im Geschmackssinne lassen eine so scharfe Erkennung und Trennung (zumal bei großer Uebung) zu, daß

wir mit der Zunge oft sehr genaue Analysen von Flüssigkeiten machen können, wie das „Kosten" der Apotheker, Theeprüfer, der Wein- und Biertrinker beweist. — Ein Theil der Empfindungen, welche gleichzeitig mit Geschmacksempfindungen entstehen, sind gar keine Geschmäcke, sondern theils Geruchs-, theils Tast- und Gemeingefühls-Empfindungen; zu letzteren gehört der stechende oder zusammenziehende Geschmack, zu ersteren der aromatische (welcher sofort verschwindet, wenn man die Nase verstopft). Manche intensive Geschmacksempfindungen verbinden sich gleichzeitig mit Tast- und Geruchsempfindungen.

Die Intensität der Geschmacksempfindungen wächst nach dem Concentrationsgrade der gelösten Substanzen, sowie mit der Größe der Berührungsfläche und der Dauer der Einwirkung. Auch durch Einreiben der schmeckenden Substanzen in die Zungenschleimhaut wird die Intensität des Geschmackes vermehrt. — Die Feinheit des Geschmackes wird abgestumpft: durch Trockenheit und entzündliche Veränderung der Zungenschleimhaut, sowie durch sehr intensive Geschmackseindrücke, weil diese die Geschmacksnerven ermüden. — Der längere Nachgeschmack bei manchen Substanzen beruht entweder auf zurückgebliebenen Partikelchen des schmeckbaren Stoffes auf der Zunge oder in Erregung der Geschmacksnerven durch die in's Blut übergegangenen Geschmacksobjecte. Auch bleiben beim Geschmacke noch deutliche Nachempfindungen, welche das Schmecken einer anderen Substanz verändern können; es erhöht z. B. der Käse den Geschmack des Weines ꝛc. Der Gutschmecker kennt, meist aber nur für seinen eigenen Geschmackssinn, eine Menge von Consonanzen und Dissonanzen der verschiedenen Geschmäcke.

---

## Geruchs- und Geschmacksorgane bei den Thieren.

I. **Geruchsorgane** scheinen unter den **Wirbellosen** zuerst bei den Würmern vorzukommen, bei welchen seichte oder flaschenförmige, mit flimmernden Zellen ausgekleidete Gruben (Riechgrübchen) als Riechorgane gedeutet werden. Zu ihnen treten Nerven aus den oberen Schlundganglien. — Bei den Gliederthieren liegen die Geruchsorgane an den Fühlern (Antennen) und bilden bei den Krustenthieren feine Anhänge (Riechstäbchen), bei den Insekten kürzere Papillen oder feine Leisten. — Bei den Mollusken werden mit Wimpern überkleidete und von eignen Nerven (mit ganglienartiger Anschwellung) versorgte Körperstellen als Geruchsorgane angesehen. Bei den Kopffüßern finden sich Riechgrübchen oder flache Wärzchen (mit Wimpern und Riechzellen) dicht hinter den Augen. — Bei den **Wirbelthieren** bestehen deutlich ausgebildete, vorn am Kopfe über der Mundöffnung gelegene Gruben, welche bald nur flache Vertiefungen darstellen, bald schlauchartig in den Kopf sich fortsetzend mit besonderen Höhlen zusammenhängen oder (bei einzelnen Rundmäulern, Haifischen, Lungenfischen und allen lufttathmenden Wirbelthieren) mit der Mundhöhle in Verbindung treten. Mit Ausnahme des Amphioxus und der Rundmäuler ist das Geruchsorgan überall paarig; bei ersterem besteht es in einer linkerseits gelegenen Grube, welche mit dem Centralnervensystem in Verbindung steht. Die Mehrzahl der Fische besitzt geschlossene Riechgruben (eine Einrichtung, welche den höheren Wirbelthieren nur embryonal zukommt), in welchen sich eine mit wimpernden Zellen besetzte Schleimhaut ausbreitet. In der Stellung der Nasengruben und den Rändern derselben finden sich verschiedene Abweichungen. — Bei den Reptilien treten zuerst deutliche Muschelbildungen auf und damit eine Flächenvergrößerung des Geruchsorgans. Bei den im Wasser lebenden Reptilien (einzelnen Schlangen, Krokodilen) sind die äußeren Nasenöffnungen durch Klappen verschließbar. — Bei Vögeln kann man schon drei Nasenmuscheln unterscheiden. Die äußeren Nasenöffnungen finden sich an verschiedenen Stellen des Schnabels, beide können auch eine gemeinsame, röhrenförmig hervorstehende Oeffnung bilden, wie bei den Sturmvögeln. — Bei den Säugethieren sind die beiden Nasenhöhlen wie beim Menschen getrennt; jede hat 3 Muscheln und steht mit Höhlen benachbarter Knochen in Verbindung. Die inneren Nasenöffnungen münden meist weit nach hinten. Die knorpelige Nasenscheidewand betheiligt sich mitunter an der Bildung der äußeren Nase (Spitzmäuse). Bei tauchenden Säugethieren sind die äußeren Nasenöffnungen durch einen Klappenapparat oder besondern Schließmuskel (Seehund) verschließbar. Rüsselbildungen (Schwein, Tapir, Maulwurf, Elephant) entstehen durch bedeutende Verlängerung der knorpeligen Stütze der äußeren Nase. Die sonst zur Bewegung der Nasenflügel (und des Klappenverschlusses) dienenden Muskeln sind dabei sehr ver-

mehrt. Der Rüssel des Elephanten, welcher zugleich als Tast- und Greiforgan dient, lässt an 40,000 einzelne Muskelbündel unterscheiden. Bei den Wallthieren führt die auf der Oberfläche der Schädelhöhle gelegene Nasenöffnung senkrecht in den am untern Theil mit einer Scheidewand versehenen Spritzkanal, welcher durch einen Schließmuskel von der Gaumenhöhle abgeschlossen werden kann. In besonderen, mit dem Spritzkanale in Verbindung stehenden Höhlen, liegt ein doppelter Spritzsack, welcher durch Klappen von der Nasenhöhle geschieden wird. Sogenannte Nasendrüsen finden sich bei Schlangen äußerlich dem Oberkiefer anliegend, Sauriern und Krokodilen (in einer Höhle des Oberkiefers), Vögeln (auf den Stirn- oder Nasenbeinen, bei verschiedenen Säugethieren (in der Oberkieferhöhle). — Die Schleimhaut der oberen Nasenmuscheln und des obern Theiles der Nasenscheidewand, welche, bei den Vögeln wie Säugethieren, die Endorgane des Geruchsnerven enthält, besitzt entweder eine gelbliche Farbe (beim Menschen, Schafe, Kalbe oder eine bräunliche z. B. Meerschweinchen, Kaninchen, Hunde u. a. Das Epithel der Schleimhaut verhält sich wie beim Menschen; zwischen den Cylinderepithelzellen finden sich kranzartig die Riechzellen, in welchen sich die feinsten Primitivfasern des Geruchsnerven endigen, und je nach der Thierart mehr oder weniger dicht gedrängt stehen. — Natürlich können die Geruchsempfindungen der beständig im Wasser lebenden Thiere nicht vollständig den Geruchsempfindungen jener Thiere entsprechen, welche in der Luft leben.

II. Dem **Geschmackssinn** dienende Organe sind bei den niederen Thieren am wenigsten nachweisbar, obgleich damit nicht behauptet werden kann, daß denselben keine Geschmacksempfindung zukomme. Weitere Untersuchungen müssen lehren, ob von den zahlreichen Sinnesapparaten, welche in der Haut vieler **wirbelloser Thiere** liegen und meist als Tastwerkzeuge aufgefaßt werden, nicht einige als Geschmacksorgane zu betrachten seien. Bei den Mollusken kommen papillenartige Gebilde in der Schlundkopfhöhle mancher Schnecken vor, sowie bei den Kopffüßern ein zwischen den Aesten des Unterkiefers verborgener und mit weichen Zotten besetzter Wulst, welche Gebilde vielleicht als Geschmackswerkzeuge gedeutet werden könnten. — Bei den **Wirbelthieren** dient im Allgemeinen die Zunge als Geschmacksorgan. Bei den Fischen zeigt die Zunge eine sehr geringe Entwickelung und finden sich bei ihnen die sogen. „becherförmigen Organe", knospenförmige, aus eigenthümlichen Zellen zusammengesetzte Gebilde, in dem geschichteten Epithel der äußeren Haut und der Mundschleimhaut. Man unterscheidet in diesen becherförmigen Organen zweierlei Arten von Zellen. Die einen entsprechen den Deckzellen, die anderen den Geschmackszellen in den Geschmacksknospen der Menschen und Säugethiere. — Bei den Amphibien zeigt sich die Zunge als fleischiges Organ, welches auch beim Schlingen und anderen Functionen von Bedeutung ist. Bei den Fröschen sind die Endorgane der Geschmacksnerven mikroskopisch kleine, scheibenförmige Gebilde, welche in Gruppen in Lücken der Gaumen- und Zungenschleimhaut liegen. Sie werden „Geschmacksscheiben" genannt und sitzen auf einer breiten Geschmackspapille auf. — Bei den Reptilien scheint die Zunge in keiner nahen Beziehung zum Geschmackssinn zu stehen, sie trägt (mit Ausnahme der Landschildkröte und des Krokodils) einen derben, oft mit Schuppen bedeckten Epithelüberzug. Die eigentlichen Geschmacksorgane der Reptilien sind noch nicht erforscht. — Die Zunge der Vögel scheint auch (mit Ausnahme der Papageien geringe Bedeutung für den Geschmackssinn zu haben, die Geschmacksorgane derselben sind noch nicht erkannt. — Bei den Säugethieren finden sich Papillenbildungen und treten die Wallwärzchen zum ersten Male auf. Letztere sind bei den Zahnlückern und Kängurubs am spärlichsten vorhanden. Im Allgemeinen scheinen die mikroskopischen Geschmacksorgane (Zellgruppen in dem die Wallwärzchen umgebenden Epithel, mit Tast- und Geschmackszellen) denen des Menschen zu entsprechen. Nachgewiesen sind die Geschmacksknospen oder Schmeckbecher außer für den Menschen, bei Hund, Rind, Schaf, Reh, Pferd, Schwein, Hase, Kaninchen (bei welchem noch ein größeres Geschmacksorgan, an den Seiten der Zungenwurzel, mit tausenden von Geschmackszellen gefunden wurde), Ratte und Maus.

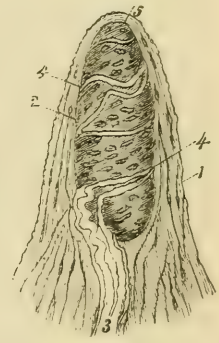
---

## Der Tast- und Temperatur-Apparat.

Die Empfindungen, welche wir uns durch das Betasten der Körper in Bezug auf deren Größe, Form, Schwere, Festigkeit und Temperatur verschaffen, werden durch den sogen. Hautsinn vermittelt und diesen trennt man in den Tast- und Temperatursinn. Es hat der Tast- oder Drucksinn seinen Sitz vorzugsweise auf der äußeren Haut; doch ist auch die Zungenspitze mit feinem Tastgefühl versehen. Der Tastsinn kann natürlich seinen Hauptsitz nur da haben, wo die Bewegung am freiesten und die Einwirkung auf die Umgebung am vollkommensten, und das ist an den End-

gliedern der Gliedmaßen und an der Zungenspitze. Vor allem günstig für den Zweck des Tastsinnes ist der Bau der menschlichen Hand. — Die Nerven, welche den Tastsinn vermitteln, sind für den Rumpf vorzugsweise Fasern der hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven (siehe S. 181), für den Kopf dagegen Fasern des dreigetheilten oder 5. Hirnnerven (siehe S. 176). Aber diese empfindenden Nerven können nur dann eigentliche Tastempfindungen im Gehirne zum Bewußtsein bringen, wenn sie von ihren Endorganen aus erregt werden. Reizt man diese Nervenstämme, so entsteht zwar eine Empfindung, aber diese ist eine Schmerz- und keine Tastempfindung. — Die Endorgane oder die wahren Tastorgane, welche mit den Nervenenden zusammenhängen, sind die Nervenpapillen der Haut mit ihren Tastkörperchen (Meißner'sche oder Wagner'sche Körperchen). Letztere sind es, welche die Berührung einer Hautstelle in einen Nervenreiz umwandeln und sich am häufigsten in der Haut der Finger und Zehen, sowie der Hohlhand und Fußsohle finden. Sie sind für die Druckempfindungen insofern günstig gebaut, als sie durch Zusammendrücken leicht eine Gestaltsveränderung erleiden und diese als Reiz auf die in ihnen endigende feine Nervenfaser übertragen können. Sie sollen auch im Moment des Fühlens den Nervenfäden als Stütze dienen und also eine Rolle wie die der Nägel an den Fingerspitzen haben.

Fig. 86.




Papille der Haut.

1. Rindenschicht mit feinen elastischen Fasern. 2. Tastkörperchen mit queren Kernen. 3. Eintretendes Nervenfaserchen. 4. Nervenfasern, die das Körperchen umspinnen. 5. Endigung einer Nervenfaser.

Nerven der äußeren Haut. Neuere Untersuchungen haben in der Haut neben den schon früher bekannten markhaltigen Nervenfasern und ihren besonderen Endorganen, den sogen. Pacini'schen und Meißner'schen Körperchen, noch ein reiches, marklosses Nervengeflecht mit freien Endigungen und Nervenendknöpfchen zwischen den Zellen der Schleimschicht nachgewiesen. Marklose Nervenfasern begleiten auch die Blutgefäße der Gefäßpapillen. — Die Tastkörperchen sind länglich ovale, grob und unregelmäßig quergestreifte Kölbchen, welche fast den ganzen Raum der Papille einnehmen, und in welche ein oder mehrere markhaltige Nervenfasern oder Zweige von solchen eintreten. Die Endigungsweise dieser Nerven ist noch zweifelhaft: sie sollen sich im Innern des Bläschens verästeln und jeder Ast soll sich in eine Anzahl kurzer, quergerichteter Zweigelchen auflösen, welche die Querstreifung bewirken; wahrscheinlicher ist es, daß das Tastkörperchen nur aus einer knäuelförmig aufgewickelten Nervenfaser (Nervenendknäuel) besteht (siehe Fig. 86).

Die Anzahl der Tastkörperchen ist an verschiedenen Hautstellen sehr verschieden. So kommen auf 1 Quadratlinie an der Hohlhandfläche des dritten oder Nagelgliedes des Zeigefingers 108 (auf 400 Gefäßpapillen), des zweiten Gliedes 40, des ersten 15, der Mittelhand 8

und der Spitze der großen Zehe 14 Körperchen. In geringer Zahl kommen sie in der Hohlhand und Fußsohle, auf dem Hand- und Fußrücken vor, ferner nicht beständig in der Brustwarze und in der Lippe. Natürlich hängt von der Anzahl der Nervenpapillen und Tastkörperchen mit Nervenenden die Schärfe des Tastsinnes der verschiedenen Hautstellen ab. Die Fingerspitzen und Handflächen sind am reichsten daran und deshalb am geschicktesten zum Tasten.

Tastempfindungen werden hervorgebracht durch mechanische Einwirkungen verschiedenen Grades, durch Berührung oder Druck. Die Grenze, bei welcher die entweder schwächere oder andauernde, oder die sofort starke Erregung zum Schmerze wird, ist an verschiedenen Körperstellen und bei verschiedenen Personen nach ihrer verschiedenen Nervenerregbarkeit sehr verschieden. — Durch die Tastempfindungen sind wir zu folgenden Schlüssen befähigt: 1. Wir schließen auf das Dasein eines den Körper berührenden Gegenstandes. 2. Aus der Intensität der Empfindung schließen wir auf die Stärke des ausgeübten Druckes und dadurch auf Gewicht, Consistenz u. s. w. des berührten Gegenstandes. Hierbei wird der Tastsinn vom Muskelgefühle (s. S. 376) unterstützt, welches aus dem Grade der Anstrengung der Muskeln beim Tragen, Heben, Ziehen, Drücken ꝛc. hervorgeht. 3. Wir sind im Stande den Ort jeder berührten Körperstelle und dadurch den Ort jedes berührenden Körpers unmittelbar zu bestimmen, weil unser Bewußtsein fortwährend eine genaue Vorstellung von dem Erregungszustande aller der Nervenendigungen in der Haut und deren relativer Lage zu einander hat und unsere Körperoberfläche deshalb als Tastfeld (analog dem Gesichtsfelde) empfindet. 4. Wir vermögen, wenn ein Körper eine Hautfläche oder mehrere Hautpunkte gleichzeitig berührt, aus der Lage der verschiedenen Berührungspunkte, aus dem verschiedenen Drucke und aus den nicht berührten Lücken einen Schluß auf die Gestalt des berührten Gegenstandes zu machen. Rasche Abwechselung von Druck und Druckruhe beim Betasten der Körper erregt in uns den Eindruck einer rauhen, andauernd gleichmäßiger Druck den einer glatten Oberfläche; die räumliche Ausdehnung der Körper messen wir mittels des Tastsinns so, daß wir sie ganz zu umgreifen oder gleichzeitig mit verschiedenen Hautstellen, z. B. mit beiden Händen zu betasten suchen. Die Bewegung der berührten Stelle über den Gegenstand hin, das Muskelgefühl und der Gesichtssinn dienen hierbei zur Unterstützung. Fehlt diese Unterstützung bei abnorm verzerrten Ortsverlagerungen, so entstehen Täuschungen über die Gestalt des Gegenstandes. Z. B. bei Versuch des Aristoteles: schlägt man den Mittelfinger so über den Zeigefinger, daß man einen kleinen runden Gegenstand (Erbse ꝛc.) zwischen die Daumenseite des letztern und die Kleinfingerseite des erstern bringen und hin- und herrollen kann, so fühlt man stets zwei runde Körper.

Die **Temperaturempfindung** (der Temperatursinn) wird ebenfalls von der Haut vermittelt, ist aber von der Tastempfindung so verschieden, daß man für diese Empfindung andere Endorgane anzunehmen gezwungen ist. Noch sind aber diese Endorgane nicht bekannt; so viel steht jedoch fest, daß auch zur Hervorrufung dieser specifischen Empfindung die Erregung von besonderen Endorganen unumgänglich nöthig ist. Nicht unmöglich ist, daß die S. 373 erwähnten neu entdeckten marklosen, freien Nervenendigungen (mit Nervenendknöpfchen) zwischen den Zellen der Schleimschicht der äußeren Haut dieselben darstellen. Für besondere Temperaturorgane spricht

der Umstand, daß der Tastsinn ohne Temperatursinn gelähmt sein kann. Uebrigens ist die Empfindlichkeit der Temperaturnerven für Temperaturschwankungen an den verschiedenen Körperstellen ebenso verschieden, wie dies bei dem Tastvermögen der Fall ist. In folgender Reihenfolge gruppiren sich die Körpergegenden hierbei: Zungenspitze, Augenlider, Wangen, Lippen, Hals, Rumpf. Die Temperaturunterschiede, welche noch genau unterschieden werden können, liegen zwischen + 10° und + 47° C. oder 8° und 38° R.; höhere oder niedere Wärmegrade können nicht mehr genau geschätzt werden und wirken mehr oder weniger schmerzerregend. Das feinste Unterscheidungsvermögen für Temperaturunterschiede liegt zwischen 27° bis 33° C. oder 21° bis 26° R. Indem man längere Zeit Wärme oder Kälte auf die Haut einwirken läßt, kann man die Feinheit des Temperatursinnes beeinträchtigen.

Je schneller die Temperaturschwankung geschieht, je größer ferner die betroffenen Hautflächen sind, und je näher sie an einander liegen, um so intensiver wird die Schwankung empfunden. Taucht man z. B. in zwei Gefäße, welche Wasser von gleicher Wärme enthalten, in das eine nur einen Finger, in das andere die ganze Hand, so scheint das letztere wärmer als das erstere zu sein. — Blutarmuth der Haut steigert, Blutüberfüllung vermindert die Temperaturempfindlichkeit. — Die Empfindung der Wärme und Kälte geht bei ihrer Steigerung zuerst in Hitze- und Frostgefühl über, schließlich ist jedoch die Schmerzempfindung der Temperaturnerven die gleiche; äußerste Kälte und Hitze wird gleichmäßig als Brennen empfunden.

---

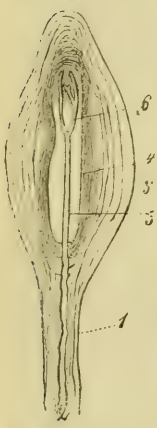
## Empfindungsapparat.

Alles, was wir wahrnehmen und was nicht durch einen der Sinnesapparate in unserm Gehirne zum Bewußtsein gelangt, nennt man im Allgemeinen „Empfindung, Gefühl". Während wir durch die Sinnesorgane und vermittelst der sensuellen oder Sinnesnerven die Außenwelt kennen lernen, werden wir von unserm eigenen Innern durch die sensitiven, sensiblen oder Empfindungsnerven unterrichtet; sie erzeugen das Gemeingefühl. Empfindungsnerven finden sich in jedem Körpertheile, jedoch in sehr ungleicher Menge. Die wenigsten besitzen die Eingeweide, die Muskeln, Knochen, Knorpel und die bindegewebigen und sehnigen Theile, sehr zahlreich sind sie dagegen in den Häuten. Die Endigungen dieser Nerven sind fast noch unbekannt. — Im gesunden Zustande leiten die Empfindungsnerven nur so schwache Erregungszustände zum Gehirn, daß unser Bewußtsein gar keine Notiz davon nimmt. Dagegen erzeugt jede stärkere Erregung derselben unangenehme Empfindungen oder „Schmerzen" und diese deuten dann an, daß irgendwo im Körper etwas in Unordnung, krank

ist. Am lebhaftesten und deutlichsten sind die Gefühlsempfindungen in der Haut und den der Haut benachbarten Schleimhäuten und befähigen die Seele zu klaren sinnlichen Wahrnehmungen. Die ganze äußere Körperumhüllung wird dadurch zu einem wichtigen Sinnesorgan und bildet gleichzeitig durch ihre lebhafte Schmerzempfindlichkeit gewissermaßen einen wachsamen Hüter gegen alle den Körper von außen bedrohenden Eingriffe und Schädlichkeiten. Die Gefühlsempfindungen sind in mancher Beziehung den Tastempfindungen analog; auch sind die Empfindungsnerven der inneren Körperorgane (der Eingeweide in den Höhlen) für Temperaturreize empfindlich. An gewissen Körperstellen nimmt das mit den Gefühlsempfindungen verbundene Lust- und Unlustgefühl ganz eigenartige, specifische Gestalten an, wie die Empfindungen des Kitzels, des Juckens, der geschlechtlichen Wollust. Auch Hunger und Durst zählen zu den specifischen Gemeingefühlen.

Die Endorgane der Empfindungsnerven sind erst an wenigen Stellen bekannt und ihr feinster Bau noch vielseitig streitig. Man kennt bis jetzt folgende: die Pacini'schen oder Vater'schen Körperchen, d. s. ovale, aus zahlreichen Hüllen bestehende Gebilde von 1—4 Mm. Größe, in welchen je eine Nervenfaser mit einem oder mit mehreren Knöpfchen endigt. Sie liegen im Unterhautzellgewebe, namentlich der Hohlhand und Fußsohle, sowie an den Genitalien, vielen Muskeln und Gelenken, und in den sympathischen Geflechten der Bauchhöhle. — Nervenendkolben sind ovale oder kugelige Bläschen, aus einer bindegewebigen Hülle mit Kernen und einem weichen gleichartigen Inhalt, in den die Nervenfaser eintritt, um zugespitzt zu endigen. Sie finden sich in vielen Organen, namentlich in Schleimhäuten. — Nervenendknöpfchen, d. s. kleine Knöpfchen an feinen Empfindungsfäserchen, kommen in der Hornhaut sowie in der Schleimschicht der Oberhaut vor. — Ganglienartige Bildungen in der Haut sind vielleicht ebenfalls als sensible Endorgane zu betrachten.

Fig. 87.




Ein Pacini'sches Körperchen. 1. Stiel. 2. Nervenfaser im Stiele. 3. Aeußere und 4. innere Schicht der Hülle. 5. Blasse Nervenfaser innerhalb des hellen Innenkolbens; 6. Theilungen und Ende derselben.

Das **Muskelgefühl**, welches ohne Zweifel von sensibeln Muskelnerven abhängig und nach der Anzahl dieser Nerven in einem Muskel verschieden stark ist, unterstützt den Tastsinn ganz bedeutend und unterrichtet uns nicht nur stets von der jeweiligen Lage unserer Glieder und Hautstellen zu einander, sondern läßt uns auch den Grad der Anstrengung bemessen, welcher erforderlich ist, um einen Widerstand zu überwinden. Es verschafft uns dieses Gefühl das Bewußtwerden der gewollten Bewegungen und das Erkennen des Spannungsgrades, in welchem sich ein Muskel befindet. Während die sensitiven Muskelnerven für gewöhnliche Reize unempfindlich sind (denn Zerschneidung des Muskels schmerzt nicht), sind sie dagegen für das Gefühl der Anstrengung (Ermüdung) sehr empfindlich und dieses kann sich (bei Krämpfen) bis zum Schmerze steigern.

Das Gefühl der Ermüdung, welches durch die anhaltende Muskelarbeit hervorgerufen wird, braucht längere Zeit, ehe es sich durch Ruhe und kräftige Ernährung der gebrauchten Muskeln wieder verliert. Es scheint durch die bei der Muskelarbeit erzeugten Verbrennungsproducte

(Schlacken) zu entstehen, die eine chemische Veränderung des Muskelgewebes bewirken und es findet sich deshalb Ermüdungsgefühl und Abgeschlagenheit bei allen Krankheitszuständen, wo in Folge gestörter Circulation das Blut die Muskelschlacken nicht flott wegschafft und wo bei gesteigertem Verbrauch der Körperstoffe mit gesteigerter Bildung der Zersetzungsproducte aller Organe sich viel Muskelschlacken bilden. Sehr fein ist das Gefühl, welches die durch den Willen hervorgebrachte Zusammenziehung der Muskeln bei Anstrengungen zur Ueberwindung eines uns geleisteten Widerstandes begleitet und deshalb schreibt man den Muskeln einen „Kraftsinn" zu. Ganz besonders ist der Muskelsinn von Wichtigkeit bei der Ton- und Buchstabenbildung im Kehlkopfe und in der Mundhöhle, beim Singen und Sprechen, wo er zur Schätzung des zur erforderten Muskelaction nöthigen Impulses von den Nerven aus unentbehrlich erscheint.

---

## Tast- und Empfindungsapparat bei den Thieren.

Bei den niedrigsten Thieren mag wohl der Tastempfindung die ganze Oberfläche derselben dienen, besonders scheinen aber die rüsselartigen Verlängerungen des Körpers mancher Infusorien, sowie auch mancherlei starre Borstenbildungen dem Tast- und Empfindungsapparat zu dienen. Bei den Coelenteraten zeigen sich dem Tastsinne vorstehende Organe schon ziemlich ausgebildet. Sie erscheinen immer in Form zusammenziehbarer Fäden, oft bedeutend verlängerbar, und in der Regel kranzartig den Mund umstehend, so gleichzeitig Fangarme Tentakeln) für die Nahrung bildend. Sie sind in der Regel von einem kanalartigen Hohlraume durchzogen, der mit der Magenhöhle in Verbindung steht und von der darin enthaltenen Flüssigkeit geschwellt werden kann. — Bei den Würmern ist der Sitz des Tastsinnes in der Regel das vorderste Körperstück, welches sehr reichlich mit Nerven versehen ist und mit seinen weichen Parthien oder an beweglichen Verlängerungen (Lippen, tentakelartigen Fortsätzen, gegliederten Anhängen am Kopfe, oder Kopffühlern) tasten kann. Starre borstenähnliche Fortsätze der Haut (Tastborsten, Tastfädchen), sowie Tastpapillen stehen mit den empfindenden Nervenfasern in Verbindung und sind als die eigentlichen Tastorgane anzusehen. — Bei den Sternthieren stehen dem Tastsinne Saugfüßchen und Mundtentakeln vor. — Als Träger der Tastorgane dienen bei den Gliederthieren gegliederte, theils vom Kopfe, theils vom Körper entspringende Anhänge (Fühler, Antennen), welche manchen aber auch als Fang- und Bewegungsorgane dienen können. Die Haut dieser Anhänge ist mit den schon bei Würmern vorkommenden Tastfädchen und anderen ähnlichen Gebilden versehen, welche die Tastempfindung vermitteln. Bei den Spinnenthieren und Insekten stehen gegliederte Anhänge (Kiefer-Taster oder Palpen) als Tastwerkzeuge mit den Mundorganen in Verbindung. — Fortsätze der Körperbedeckung vorzugsweise in der Nähe der Mundhöhle oder doch am Vordertheile des Körpers (Tentakeln, Arme) stehen bei den Mollusken dem Tastsinne vor. An diesen Körperstellen finden sich feine, borstenähnliche Verlängerungen von Zellen, welche sich an die Tastfädchen der Würmer anschließen. — Bei den Wirbelthieren wird vor allem durch die allgemeine Körperbedeckung an den verschiedensten Stellen Tastempfindung vermittelt. Bei den Fischen finden sich die sogen. Schleimkanäle oder das „Seitenkanalsystem", theils durch einfache, über die Haut vertheilte Säckchen, theils durch ein System zusammenhängender Röhren dargestellt. In ihr Inneres treten Nerven und bilden zahlreiche Endigungen (Nervenknöpfe), welche dem Tastsinn vorzustehen scheinen. Bei jungen Fischen und nackten Amphibien finden sich auf der Oberhaut in Büscheln angeordnete Nervenhaare (dieselben scheinen sehr geeignet zur Wahrnehmung von Bewegungen des Wassers), aus welchen sich dann später das Seitenkanalsystem mit seinen Nervenknöpfen bildet. — Bei den Säugethieren, Reptilien und Vögeln zeichnet sich die äußere Haut durch großen Nervenreichthum sowie durch complicirte der Empfindung dienende Endorgane (Tastkörperchen, Vacini'sche Körperchen, Nervenendkolben) aus. Bei den Vierhändern ist der Sitz des Tastsinnes, wie beim Menschen, hauptsächlich in den Gliedmaßen. — Als besondere Tastapparate kommen zu: vielen Fischen die in der Nähe des Mundes stehenden „Barteln", welche auch als Lockapparate dienen; den Vögeln nicht selten „die weiche Spitze des Schnabels"; den Säugethieren steife, borstenähnliche, lange, an der Oberlippe, oder über den Augen stehende Haare, „Tasthaare", welche sich durch Nervenreichthum ihrer Follikel auszeichnen und als Endorgane zu betrachten sind. Sie finden sich vorzugsweise bei nächtlichen Säugethieren, wie in der Flughaut der Fledermaus, am Ohr der Hausmaus, der Schnauze des Maulwurfs u. a. entwickelt.

---

## Stimmapparat.

Die Eindrücke, welche durch die Sinne, Empfindungsapparate und deren Nerven zu unserm Gehirne Bewußtsein) gelangten und hier durch das Arbeiten der grauen Hirnmasse zur Bildung des Verstandes (Geistes) verwendet wurden, regen dann den Willen an und durch diesen die verschiedenartigsten Bewegungen in diesem oder jenem Körpertheile. Solche Bewegungen werden mit Hülfe der willkürlichen Bewegungsnerven und Muskeln ausgeführt. Vorzugsweise dient nun aber die Sprache dem Verstande. — Die articulirte Sprache ist ausschließliches Eigenthum des Menschen, während Stimme und Gesang in der Thierwelt ziemlich verbreitet ist. Das Wortaussprechen einzelner Vögel verdient nicht den Namen der Sprache, da sie keinen bestimmten Sinn mit den Worten verbinden. Durch die Stimme mit ihren verschiedenartigen Modulationen besitzen allerdings auch die Thiere das Vermögen sich gegenseitige Mittheilungen machen zu können. — Es verdankt nun aber der Mensch seine vollkommene Sprache seinen höheren geistigen Fähigkeiten, denn zum Sprechen gehört eine Gedankenbildung, wie sie nur das menschliche Gehirn hervorzubringen im Stande ist.*) Menschen mit zu kleinem Gehirne (Mikrocephalen, Blödsinnige) lernen nie vollständig und zusammenhängend denken und sprechen. Möglichst gute Ausbildung der Sprache ist unzweifelhaft ein Haupterforderniß der Erziehung, da wir am leichtesten durch die Sprache unsere Gedanken gehörig auszudrücken vermögen, da die Sprache ferner eine Verständigung zwischen den Menschen ermöglicht und durch sie die Entwickelung und Fortbildung des Verstandes ganz außerordentlich erleichtert wird.

---

*) Daß der Sitz des Sprachvermögens, wie schon S. 312 erwähnt wurde, in den Stirnlappen des großen Gehirns gelegen ist, beweisen gewisse Hirnkranke, bei welchen infolge einer Zerstörung der dritten Stirnwindung die Fähigkeit der Zunge zu sprechen verloren geht, ohne daß aber die Intelligenz sich gestört zeigt. Das eigentliche innere Sprachcentrum des Geistes ist bei solchen Kranken nicht gestört, denn sie behalten nicht nur die Fähigkeit, Worte zu verstehen und zu schreiben, sondern auch die Fähigkeit, sich durch Zeichensprache verständlich zu machen. — Der geniale Sprachforscher Lazarus Geiger hat eine Theorie aufgestellt, die der Darwin'schen fast analog lautet: „Die Sprache ist primär, der Begriff entsteht durch das Wort; erst durch die Sprache wurde die Vernunft erschaffen, vor ihr war der Mensch vernunftlos; der erste Sprachlaut war ein thierischer Schrei, dem noch keinerlei Absicht irgend einer Mittheilung zu Grunde lag.“ Nach ihm ist die Sprache nicht Product menschlicher Uebereinkunft, nicht steht der Laut mit dem was er bezeichnet im Zusammenhang, nicht in naturnothwendiger Verbindung mit dem Begriff; der Laut entwickelt sich für sich, der Begriff für sich, und jeder Laut kann jeden Begriff und jeder Begriff kann jeden Laut bezeichnen. Die Sonderbedeutung, die im Laufe der Zeit der Laut erlangt hat, ist nur ein Resultat des Zufalls und der Zufall liegt überhaupt der Sprachentwickelung zu Grunde

Zum Sprechen, zum Hervorbringen articulirter Laute und musikalischer Töne bedürfen wir zunächst eines Apparates, durch welchen die Stimme in Gestalt ungegliederter (unarticulirter) Töne erzeugt wird. Dieses Stimmorgan, das musikalische Instrument des Menschen, ist der Kehlkopf. Zur Sprache aber wird die Stimme erst dadurch, daß verschiedene, oberhalb des Kehlkopfes gelegene Theile (wie: der Gaumen, die Mund- und Nasenhöhle, die Zunge, die Zähne und Lippen) die unarticulirten Töne zu gegliederten (articulirten) umwandeln. Damit aber im Kehlkopfe die Stimme entstehen könne, muß Luft aus der Lunge durch die Luftröhre und den Kehlkopf hindurch getrieben werden, um die im Kehlkopf ausgespannten Stimmbänder in tönende Schwingungen zu versetzen.

Der ganze Stimmapparat, welcher mit einem musikalischen Instrumente, und zwar mit einer Zungenpfeife mit zwei Zungen (d. s. elastische Platten über oder unter Oeffnungen) verglichen werden kann, ist zusammengesetzt: 1. aus dem tonbildenden Körper, d. i. dem Kehlkopfe, welcher aus einem kurzen Rohre besteht, in dessen Lichtung zwei zwischen der vorderen und hinteren Wand ausgespannte elastische häutige Platten (Stimmbänder) so angebracht sind, daß sie vermittelst eines Luftstromes, welcher zwischen ihnen hindurch (d. i. die eine dreieckige Spalte bildende Stimmritze) streicht, in's Tönen gebracht werden können; — 2. aus der Windlade, d. i. die Lunge und der Brustkasten, welche den Luftstrom erzeugen; — 3. aus einem Windrohr, d. i. die Luftröhre, welche den Luftstrom aus der Windlade in den Kehlkopf treibt; — 4. aus einem Ansatzrohr, d. i. die Mund- und Nasenhöhle, welches die Töne zur Sprache verarbeitet und nach außen leitet.

Mit einer Orgel, die aber nur eine Pfeife besitzt, vergleicht Czermak unser Stimm- und Sprachorgan. Während ein Orgelwerk zur Erzeugung verschiedener Tonhöhen und Klangfarben vieler Pfeifen bedarf, hat unser Stimmapparat nur eine einzige Pfeife, die aber trotz ihrer einfachen Einrichtung doch Klänge von der verschiedensten Höhe und Farbe, sowie eine Menge eigenthümlicher Geräusche erzeugen und weit Mannigfaltigeres leisten kann, als die ganze Menge Orgelpfeifen. — Die Lungen, welche in dem beweglichen Brustkasten eingeschlossen sind, entsprechen dem Blasebalge der Orgel. Die Luftröhre stellt die sogen. Windlade dar, welche den Pfeifen den Luftstrom zuführt, der sie zum Tönen bringt. Der Kehlkopf ist statt der vielen Orgelpfeifen die einzige Pfeife. Der Schlundkopf, die Mund- und Nasenhöhle bilden das bewegliche Ansatzrohr dieser einzigen Pfeife. Während bei der Orgel der Blasebalg, welcher die Luft in die Windlade treibt, mit den Füßen getreten wird, pressen wir durch unsere Athemmuskeln den Brustkorb und die Lungen zusammen und treiben dadurch Luft durch die Luftröhre und den Kehlkopf. Im Kehlkopfe aber verwandeln wir diese einzige Pfeife in verschiedenartig erklingende Pfeifen, indem wir durch unsern Willenseinfluß auf die Nerven und Muskeln den schallerzeugenden Vorrichtungen des Kehlkopfs und seines Ansatzrohres solche Stellungen und Spannungen geben, daß Töne von verschiedener Höhe und Klangfarbe, oder Geräusche von verschiedenem acustischen Charakter erzeugt werden. Während also in der Orgel die Pfeifen in Register geordnet neben einander stehen, werden sie in unserm Stimmorgane durch willkürliche Umgestaltung der einzigen vorhandenen Pfeife nach einander hergestellt. Was bei der Orgel Registerzug und Tastendruck mit Hand und Finger leistet, das bewirkt im Kehlkopfe der Willensimpuls auf Nerven und Muskeln, welche letztere durch ihre Contractionen die Form der Pfeife in fortwährendem Wechsel verändern.

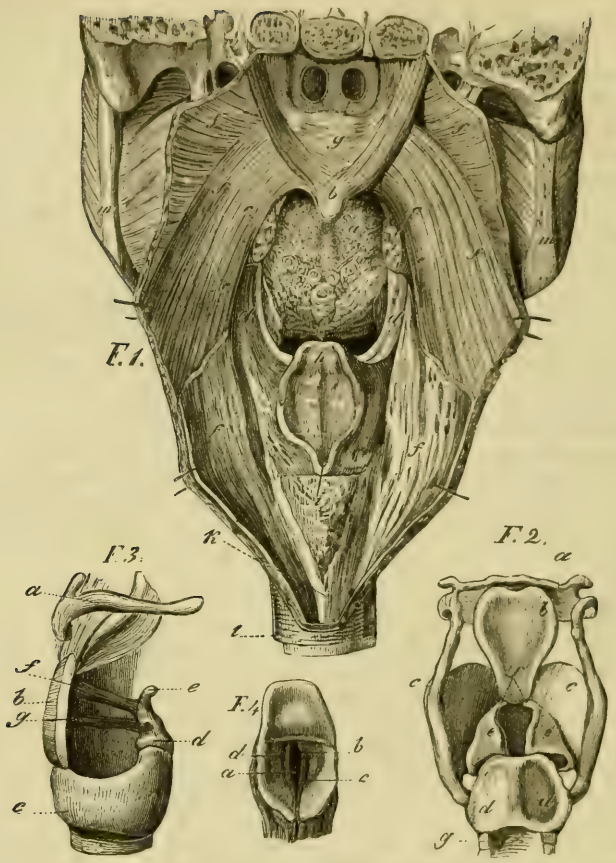
Der **Kehlkopf, Larynx** oder das **Stimmorgan** (siehe S. 246) nimmt seine Lage vorn in der Mitte des Halses, unterhalb der Zunge und des Zungenbeins, und vor dem Schlundkopfe ein und ist gegen die Haut des Halses hin zum Theil von der Schilddrüse (s. S. 219) bedeckt. Er bildet das Anfangsstück der Luftröhre und das kurze röhrenförmige Verbindungsstück zwischen dieser und dem Schlundkopfe. Seine Gestalt ist die eines hohlen, im obern Theile dreieckigen, im untern runden Apparates, die durch eine Anzahl von knorpeligen Platten, Ringen und Stückchen bedingt ist, welche durch Bänder beweglich mit einander verbunden sind und durch eine ziemliche Anzahl kleiner, ausschließlich willkürlicher Muskeln bewegt werden können. Das knorpelige Kehlkopfgerüste wird von dem Schildknorpel, dem Ringknorpel, den beiden Gießkannenknorpeln und dem Kehldeckelknorpel aufgebaut und ist in seinem Innern (d. i. Kehlkopfshöhle) mit einer gefäß-, nerven- und drüsenreichen Schleimhaut ausgekleidet, die, mit alleiniger Ausnahme der unteren Stimmbänder, ein geschichtetes Flimmeroberhäutchen besitzt. Die Nerven des Kehlkopfs sind Zweige des zehnten Hirn- oder herumschweifenden Nerven, deren Endigungen aus birnförmigen oder ovalen Körperchen (mit einem feinen Axencylinder) besteht. In der Höhle des Kehlkopfes befinden sich die wichtigsten, nämlich die stimmerzeugenden Gebilde. Dies sind die beiden unteren oder wahren Stimmbänder, ein rechtes und ein linkes, durch deren Schwingungen allein die Stimme erzeugt wird. Sie ziehen sich als platte, häutige, elastische, mit Schleimhaut überkleidete Stränge wagrecht von hinten nach vorn durch die Kehlkopfshöhle hindurch. Zwischen dem rechten und linken Stimmbande bleibt eine schmale, dreieckige Spalte, die Stimmritze, Glottis, durch welche bei Erzeugung der Stimme die Luft von unten, von der Lunge und Luftröhre her, hindurchgetrieben wird und dadurch die Wände dieser Ritze, nämlich die Stimmbänder, in tönende Schwingungen versetzt. Nur der vordere Theil dieser Stimmritze ist eigentliche Stimmritze, für die Erzeugung der Stimme, während der hintere Theil zwischen den beiden Stellknorpeln als Athemritze zu bezeichnen ist. Da die Stimmritze nach oben in den Schlundkopf sieht, so könnten recht leicht verschluckte Speisen und Getränke oder fremde Gegenstände in die sogen. falsche Kehle, nämlich in die Kehlkopfshöhle und durch diese in die Luftröhre gerathen, wenn die Stimmritze nach oben, gegen die Mund- und Rachenhöhle hin, nicht verdeckt werden könnte. Und dies besorgt eine birnförmige Knorpelplatte, der Kehldeckel, welcher mit seinem Stiele dicht oberhalb des vordern Endes der Stimmritze und unterhalb der Zungenwurzel angeheftet ist und durch besondere Muskeln niedergezogen werden kann, so daß das Verschluckte darüber hinweg in die Speiseröhre rutscht. (s. S. 260). — Oberhalb der unteren oder eigentlichen Stimmbänder befinden sich noch zwei obere oder falsche Stimmbänder, auch

Taschenbänder genannt, die ganz in derselben Richtung ausgespannt sind wie die unteren, aber mit der Stimmbildung gar nichts zu thun haben und nur drüsenreiche Schleimhautfalten darstellen, welche als Befeuchtungsapparate der wahren Stimmbänder fungiren. Zwischen einem solchen obern und einem untern Stimmbande jeder Seite buchtet sich die Kehlkopfschleimhaut in Gestalt eines Sackes nach außen und bildet so eine rechte und eine linke (Morgagni'sche) Kehlkopfstasche zur Ansammlung von Schleim, der für die Stimmbänder zur Stimmbildung ganz unentbehrlich ist. Bei der Stimmbildung findet nun ein abwechselndes Spannen und Erschlaffen der Stimmbänder, ein Erweitern und Verengern der Stimmritze statt.

Die Knorpel des Kehlkopfes gehören ihrem Gewebe nach theils zu den echten (im Alter verknöcherten), theils zu den Faserknorpeln (s. S. 82). Sie sind auf folgende Weise beim Kehlkopfbaue angeordnet: den untersten Theil und gewissermaßen die Basis des Gerüstes bildet der Ringknorpel (Grundknorpel), welcher wie ein Siegelring gestaltet ist und mit seiner hohen Platte die hintere Wand, mit seinem schmalen Bogen die vordere Kehlkopfwand bilden hilft. Sein unterer Rand verbindet sich mit dem ersten Ringe der Luftröhre, sein oberer Rand trägt vorn den Schildknorpel, hinten (auf der Platte) die beiden Gießkannenknorpel. Der umfängliche Schildknorpel (besser Spannknorpel) stellt eine in der Mitte geknickte breite Platte dar, welche die vordere und seitliche Wand des Kehlkopfes bilden hilft. Das obere Ende seiner Knickung springt vorn in der Mitte des Halses als Adamsapfel (der beim männlichen Geschlechte stärker entwickelt ist) hervor und jede seiner vier Ecken verlängert sich in ein Horn, von denen die beiden oberen Hörner durch Bänder mit dem Zungenbeine, die unteren mit den Seitentheilen des Ringknorpels beweglich vereinigt sind. Die beiden kleinen Gießkannenknorpel (besser Stellknorpel) sind auf dem obern Rande der Platte des Ringknorpels nach allen Seiten hin frei beweglich angeheftet und tragen an ihren Spitzen ein kleines gebogenes Knorpelstückchen (das Santorini'sche Horn). Die Stellknorpel helfen die hintere Wand des Kehlkopfes bilden und haben eine dreiseitige Pyramidengestalt. Sie können weit von einander entfernt, einander genähert, nach vorn und nach hinten gezogen und um ihre Höhenaxe nach außen und innen gedreht werden. Diese große Beweglichkeit der Gießkannenknorpel ist von größter Wichtigkeit, denn an ihrer, gegen die Kehlkopfshöhle hin gerichteten Fläche sind die Stimmbänder angeheftet und diese ziehen sich von hier vorwärts durch die Kehlkopfshöhle hindurch zur inneren Fläche der vorderen, vom Schildknorpel gebildeten Kehlkopfswand. Vermöge dieser Beweglichkeit können die an die Stellknorpel befestigten Stimmbänder gespannt und erschlafft, die Stimmritze erweitert und verengert werden, je nachdem jene Knorpel von ihren Muskeln vor-, rück- oder seitwärts gezogen werden. Die Spannung der Stimmbänder bei feststehenden Stellknorpeln hängt von den hebelförmigen Bewegungen des Spannknorpels ab.

Zur Hervorbringung eines Tones ist zuvörderst eine bedeutende Verengerung der Stimmritze nöthig, damit die durch dieselbe hindurch getriebene Luft die Stimmbänder in tönende Schwingungen versetzt. Um in solche Schwingungen versetzt werden zu können, müssen die Stimmbänder aber feucht sein und eine gewisse Spannung, der anblasende Luftstrom eine gewisse Stärke haben. Es theilen sich nun die Schwingungen der Stimmbänder der Luft im Kehlkopfe, sowie der

## Tafel IX.




Das Stimmorgan. Fig. 1. Der von hinten eröffnete Schlundkopf. a. Zunge. b. Zäpfchen c. Mandel. d. Vorderer und e. hinterer Gaumenbogen. f. Schlundkopfswand. g. Hintere Nasenhöhlenöffnungen. h. Kehldeckel. i. Eingang in den Kehlkopf. k. Speiseröhre. l. Luftröhre. m. Unterkiefer.

Fig. 2. Das knorpelige Kehlkopfsgerüste von hinten gesehen. a. Zungenbein. b. Kehldeckel. c. Schildknorpel. d. Ringknorpel. e. Gießkannenknorpel. f. Die Santorini'schen Knorpelspitzen. g. Luftröhre.

Fig. 3. Kehlkopf seitlich aufgeschnitten: a. Zungenbein mit dem Kehldeckel dahinter. b. Schildknorpel. c. Ringknorpel. d. Gießkannenknorpel. e. Santorini'sche Knorpelspitze. f. Oberes und g. unteres Stimmband.

Fig. 4 Die Kehlkopfsöffnung von oben gesehen. a. Stimmritze. b. Unteres? und c. oberes Stimmband. d. Höhle zwischen den Stimmbändern.

Luft und den Wänden der Luftwege oberhalb und unterhalb der Stimmritze mit und diese Mitschwingungen geben der Stimme einen

besondern Widerhall (Resonanz) und den Tönen ihre besondere Klangfarbe (s. S. 362), die sonach von dem Zustande des Brustkastens und der Lungen, des Kehlkopfes und des gesammten Stimmkanals abhängen muß. Die Stärke, Kraft des Stimmtons, abhängig von der Größe der Schwingungen (s. S. 361), welche die Stimmbänder ausführen, richtet sich nach der Mächtigkeit und Gewalt des anblasenden Luftstromes. Mit je größerer Gewalt die Luft durch die Stimmritze getrieben wird, desto stärker wird der Ton. Die Höhe oder Tiefe, abhängig von der Anzahl der in einer Secunde erfolgenden Schwingungen (s. S. 361), richtet sich nach dem Grade der Spannung der Stimmbänder und der Weite der Stimmritze Je straffer und kürzer die Bänder sind (je schneller sie schwingen) und je enger die Ritze, desto höhere Töne werden erzeugt; im Gegentheil wird der Ton um so tiefer, je schlaffer und länger die Stimmbänder sind (je langsamer sie schwingen) und je weiter die Stimmritze ist. Des kleinern Kehlkopfes und der daher rührenden geringeren Länge der Stimmbänder wegen haben Kinder und Frauen eine höhere Tonlage als Männer, und die Stimmen der Kinder, Frauen und Männer fangen an verschiedenen Stellen der Tonleiter an und hören an verschiedenen Stellen auf. Durch stärkeres Anblasen machen die Stimmbänder nicht nur größere Schwingungen, sondern sie werden auch stärker gespannt und schwingen rascher, wodurch also der Ton nicht nur verstärkt, sondern auch erhöht wird. — Der Umfang der menschlichen Stimme ist bei verschiedenen Personen sehr verschieden; der Gesammtumfang der menschlichen Bruststimme beträgt beinahe 4 Octaven und bisweilen auch etwas mehr (von E mit 80 bis $c^{III}$ mit 1024 Schwingungen in der Secunde). Beim Einzelnen beträgt sie gewöhnlich 1—$2^1/_2$ Octaven (bei bevorzugten Sängern um $^1/_2$ bis 1 Octave mehr). — Der Wohllaut (Schmelz) der Stimme hängt ab: von der Exactheit und Regelmäßigkeit der Stimmbandschwingungen, von dem Baue der resonirenden Gebilde (des Brustkastens und des Ansatzrohres), des Kehlkopfes und besonders seiner Schleimhaut. — Die Rauhheit oder Belegtheit der Stimme rührt in der Regel von Schleimflöckchen her, welche in den Spalt der Stimmritze gerathen und den Verschluß derselben und die Schwingungen der Stimmbänder unregelmäßig machen.

Von der Begrenzung des Umfanges der Stimme hängt die Stimmlage ab und auf ihr beruht die Eintheilung der Singstimmen in Baß von E (80 Schwingungen in der Secunde) bis $f^I$ (342); Bariton (Tenor- und Baß-Bariton) von A oder G bis $f^I$; Tenor vom c (128) bis $c^{II}$ (512); Alt von f (171) bis $f^{II}$ (684); Mezzosopran und Sopran von $c^I$ (256) bis $c^{III}$ (1024). Die Strecke der Tonleiter von $c^I$ (256) bis $f^I$ (342) kann von allen Stimmen gesungen werden, hat aber bei jeder eine andere Klangfarbe, und klingt verschieden, je nachdem sie von einem Bassisten, Altisten u. s. w. angegeben wird. Die Stimmart ist nun aber nicht blos bei verschiedenen Menschen verschieden, sondern auch bei demselben Menschen in den verschiedenen Lebensaltern, was eben mit der Entwickelung der Luft- und Stimmwerkzeuge zu-

sammenhängt. Kinder und Frauen bewegen sich, wegen der kürzeren Stimmbänder und der größeren Enge der Stimmwerkzeuge, meistentheils in höheren Stimmweisen, in Diskant, Sopran oder Alt, während die Stimme erwachsener Männer Tenor, Bariton oder Baß ist. Die Pubertätszeit, d. h. derjenige Lebensabschnitt, in dem der Knabe zum Jüngling und das Mädchen zur Jungfrau heranreift, übt einen wesentlichen Einfluß auf die Ausbildung des Kehlkopfes und die hierdurch bedingten Stimmenverhältnisse aus. Denn die Stimme, die sich früher in höheren Tönen bewegte, ist in dieser Zeit unrein, wird nicht in gewohnter Weise beherrscht und schnappt leicht über, indem oft statt eines beabsichtigten tiefen Tones ein hoher quietschender Ton erzeugt wird; allmählich geht dann die Stimme in klangvollere kräftigere und tiefere Tonweisen über (d. i. der Stimmwechsel oder die Mutation der Stimme). Wird der regelmäßige Ausbildungsgang gestört, so entwickeln sich abnorme Stimmenverhältnisse; z. B. Männer, deren Geschlechtsentwickelung gehemmt wurde (Castraten), behalten eine höhere Stimme zurück, während Frauen von mannähnlichem Körperbau, sogenannte Mannweiber, eine tiefe und kräftige Baritonstimme bekommen. Im höhern Alter, in welchem die Stimmwerkzeuge an Elasticität verlieren und die Athmungsorgane weiter werden, verliert die Stimme nicht blos an Kraft und Wohlklang, sondern auch an Umfang. Noch kann auch derselbe Mensch verschiedene Stimmarten dadurch erzielen, daß er dieselben Töne mit größerer oder geringerer Kraft und mit mehr oder weniger gespannten Stimmbändern anschlägt, sowie dadurch, daß er die ganzen Stimmbänder oder nur deren Innenränder in Schwingungen versetzt. Es beruhen hierauf die verschiedenen Stimmregister. Es giebt nämlich zwei Arten der Stimmerzeugung im Kehlkopfe, oder (musikalisch ausgedrückt) zwei Stimmregister von verschiedener Klangfarbe, das eine giebt die Bruststimme, das andere die Fistel- oder Kopfstimme. Beiden sind mehrere Tonhöhen gemeinschaftlich, so daß ein und derselbe Ton ebenso mit der Brust, wie mit der Fistel gesungen werden kann. Die scheinbar aus der Brust kommende Bruststimme ist die normale Stimmart, welche zugleich am wenigsten anstrengt und die längste Tondauer gestattet, weil bei ihr durch die nur wenig geöffnete Stimmritze die Luft nur langsam entweicht, wohingegen die scheinbar im Kopf entstehende Fistelstimme eine mit größerer Anstrengung verbundene Stimmart ist, welche eine durchweg höhere Tonlage besitzt und zur Erzwingung der höchsten Töne benutzt wird; ihr Klang ist weicher und ärmer an Obertönen. Bei Erzeugung der Fistelstimme werden die Ränder der Stimmbänder freier und schärfer und stehen weiter von einander ab, als bei den Brusttönen, so daß nur eine schmale Zone des freien Randes der Stimmbänder schwingt, während beim Brustton die Stimmbandsränder in ihrer ganzen Breite und Dicke vibriren. Beim Singen von Brusttönen fühlt man die Brustwand erzittern, bei den Fisteltönen dagegen ein eigenthümliches Vibriren der Kopfknochen (und daher der Name „Brust- und Kopfstimme"). — Manche nehmen drei Register an, nämlich Brust-, Kopf- (oder Zwischenstimme) und Falset- (oder Fistel-)Stimme und meinen, daß die ursprünglichen Durchmesser- und die unwillkürlichen Spannungsverhältnisse, sowie die Stärke der Ausathmung die Abweichungen der Brust- und der Kopfstimme wesentlich bedingen helfen, während bei der Fistelstimme vermuthlich die inneren freien Ränder der Stimmbänder allein schwingen. (Nach Anderen schwingen die Stimmbänder bei der Fistelstimme in größerer Breite wie gewöhnlich.) Es kann nämlich jeder Ton von ein und demselben Stimmbande zweimal genommen werden, bei stärkerer Spannung und schwachem Winde und bei schwacher Spannung und starkem Winde. Das Letztere ist charakteristisch für die Brusttöne, und um so mehr, je mehr sie forte und fortissimo gesungen werden; das Erstere für die Kopftöne und um so mehr, je mehr sie piano und pianissimo gesungen werden. Daher gehen die Brusttöne gegen das Piano

hin in Kopftöne oder bei stärksten Spannungsgraden in Fisteltöne über. Mit den Fisteltönen haben die Kopftöne die geringe Windstärke, mit den Brusttönen die Schwingungen der Stimmbänder in ganzer Breite gemein und deshalb sind sie besonders geeignet den Uebergang des einen Registers in das andere zu bilden, was besonders dann geschieht, wenn derselbe Ton bei seinem allmählichen Abschwellen nach und nach von der Brust-, Kopf- und Fistelstimme gesungen wird.

Die **Sprache** kommt mit Hülfe des Stimmapparates und der oberhalb des Kehlkopfes befindlichen Theile, des sogen. Ansatzrohres zu Stande, indem die ausgeathmete Luft Töne und Geräusche in den Hohlräumen oberhalb des Kehlkopfes hervorbringt. Diese Elemente, aus denen die Sprache gebildet wird, heißen Laute; sind sie nur Geräusche, dann werden sie als Consonanten (Mitlaute) bezeichnet, haben sie dagegen den Charakter von Klängen, so heißen sie Vokale (Selbstlaute). Diese Laute werden nun aber entweder für sich zur Sprache benutzt (d. i. die Flüstersprache) oder in Verbindung mit den Klängen der Stimme (d. i. die laute Sprache); der ersteren pflegen wir uns zu bedienen, wenn nur eine geringe Entfernung die Sprechenden trennt und der laute Klang der Stimme vermieden werden soll, oder wenn der letztere in Folge von Erkrankungen der Stimmbänder überhaupt nicht gebildet werden kann. — Das Ansatzrohr, und ganz besonders die Mund- und Rachenhöhle, sind für die Lautbildung von der größten Wichtigkeit, weil sie selbst nebst dem Munde (mit Hülfe des Unterkiefers, der Zunge, des Gaumens und der Lippen) verschiedene Formen und Dimensionen annehmen, und weil sich verschiedene ihrer Parthien je nach Erforderniß verengern und verschließen können.

Die Vokale in der Flüstersprache entstehen dadurch, daß die in verschiedene Gestalten gebrachte Mundhöhle durch den Ausathmungsluftstrom angeblasen wird. Die Gestalt der Mundhöhle bei U und O ist die einer bauchigen Flasche, deren Hals nach hinten liegt (durch Hebung der Zungenwurzel und Verengerung des Mundes zu einer runden Oeffnung); bei A ein vorn weit geöffneter Trichter (durch Niederlegen der Zunge auf den Boden und weite Oeffnung des Mundes); bei E und I eine runde Flasche mit langem nach vorn liegendem Halse (durch Näherung der Zunge an den harten Gaumen). — Die Vokale in der lauten Sprache entstehen durch dieselben Gestaltveränderungen der Mundhöhle, nur daß bei ihnen der Eigenton der Mundhöhle durch den entsprechenden Theilton des Stimmklanges verstärkt wird. — Die Diphthongen oder Doppelvokale sind Mischlaute, entstehen während des Uebergangs aus der Mundstellung für den einen Vokal in die für den zweiten und bestehen aus zwei schnell auf einander folgenden Klängen. — Die sogen. Consonanten entstehen sämmtlich dadurch, daß die durch die Rachen- und Mundhöhle durchstreichende Ausathmungsluft gewisse leicht bewegliche Theile dieser Höhlen in nicht tönende Schwingungen versetzt. Dieselben klingen verschieden, je nachdem die Stimmbildung im Kehlkopfe hinzukommt oder

nicht. Hierbei kommen drei verengbare Stellen (Verschlüsse) des Rachen-Mundkanals in Betracht: 1. der Lippenverschluß, gebildet entweder durch beide Lippen oder durch Unterlippe und obere Schneidezähne oder durch Oberlippe und untere Schneidezähne; 2. der Zungenverschluß, gebildet durch Zungenspitze und vordern Theil des harten Gaumens oder Rückseite der oberen Schneidezähne; 3. der Gaumenverschluß, gebildet durch Zungenwurzel und weichen Gaumen. An jedem dieser Verschlüsse oder Thore kann eine Reihe von Geräuschen gebildet werden, wodurch drei Reihen von Consonanten für die Flüster- und die laute Stimme entstehen: Lippenbuchstaben (P. F. V. ohne Stimme, B. W. M. R. mit Stimme); Zungenbuchstaben (T. scharfes S. L. Sch. hart engl. Th. ohne Stimme, D weiches S. L. franz. J. weiches engl. Th. N. R. mit Stimme); Gaumenbuchstaben (K. Ch. in ich und ach ohne Stimme, G. J. Nasen-N. und Rachen-R. mit Stimme). Mit Rücksicht auf ihren Entstehungsmechanismus theilt man die Consonanten weiterhin ein in 1. Verschluß- oder Explosivlaute, knallartige Geräusche, entstehend durch plötzliche Sprengung des bisher geschlossenen oder durch plötzliche Schließung des bisher offenen Thores (P. T. K. ohne Stimme; B. D. G. mit Stimme); 2. Reibungsgeräusche, welche durch Anblasen einer verengten Stelle des Rachen-Mundkanals gebildet werden (F. V., scharfes S. Ch. ohne Stimme; W. weiches S. J. mit Stimme); 3. Halbvokale, welche sowohl als Consonanten wie als Vokale gebraucht werden und in Resonanten (M. N., nasales N., bei denen der Mundkanal irgendwo verschlossen ist und der tönende Luftstrom bei offenem Gaumensegel durch die Nase entweicht) und in die L-Laute zerfallen; die letzteren, welche von Manchen auch zu den Reibungsgeräuschen gezählt werden, entstehen durch stimmloses Anblasen, während die Zunge mit ihrer Spitze dem Gaumen vorn anliegt, aber seitlich zwischen sich und den Backzähnen zwei Spalten läßt; 4. Zitterlaute oder R-Laute, bei welchen die Verschlußstelle lose geschlossen und durch den Ausathmungsstrom wie eine Zunge angeblasen wird. Hiernach lassen sich die Consonanten folgendermaßen schematisch gruppiren:

| | Lippenbuchstaben | Zungenbuchstaben | Gaumenbuchstaben |
|---|---|---|---|
| **1. Verschlußlaute** | | | |
| ohne Stimme | P | T | K |
| mit Stimme | B | D | G |
| **2. Reibungsgeräusche** | | | |
| ohne Stimme | F (V) | scharfes S, L, Sch, hartes engl. Th | Ch |
| mit Stimme | W | weiches S, L, weiches engl. Th | J |
| **3. Resonanten** | M | N | nasales N |
| **4. Zitterlaute** | Lippen-R | Zungen-R | Rachen-R |

H. ist ein im Kehlkopfe selbst entstehendes Geräusch; es wird hervorgebracht, indem die Luft schnell durch die weitgeöffnete Stimmritze streicht.

Nasenton. Werden bei der Vokalbildung die hinteren Nasenöffnungen durch Hebung des Gaumensegels dem Zugange des Luftstromes nicht abgesperrt (wie dies auch bei gelähmtem oder defectem Gaumensegel vorkommen kann), so geräth die in die Nase eindringende Luft in Mitschwingungen und es erhalten so beim lauten Sprechen die Vokale den nasalen Charakter. Der Verschluß ist bei A. am lockersten und wenigsten vollständig, bei U. und I. am festesten.

Das Bauchreden, welches eine Täuschung der Zuhörer betreffs der Entfernung und Richtung der producirten Töne und Worte bezweckt, kommt dadurch zu Stande, daß der Bauchredner durch eine kräftige Einathmung das Zwerchfell möglichst nach unten und so die Baucheingeweide hervortreibt und nun, diese Lage festhaltend, bei möglichst verengerter Stimmritze und schwachem Anschlag der Luft an die Stimmbänder, nur durch Zusammenziehung der Seitenwände des Brustkastens, also auch beim Ausathmen spricht und mittels der Muskeln des Kehlkopfes und besonders des Gaumensegels die Stimme so abzuändern versteht, daß die Töne bald aus größerer, bald aus geringerer Ferne zu kommen scheinen. Man überzeugt sich hiervon durch den angeschwollenen Bauch (daher vielleicht das Wort Bauchreden) und das öfters nöthig werdende Einathmen des Bauchredners. — Es ist erwiesen, daß die Bauchredner wie Jedermann sprechen, nur daß sie vermeiden den Mund zu öffnen und die Lippen zu bewegen, damit man ihnen nicht ansieht, daß sie reden. Sie athmen so wenig als möglich aus und sprechen auch indem sie einathmen. Die Stimme erscheint dadurch dumpfer und wie aus der Ferne, aus der Mauer oder dem Fußboden kommend.

Das Stottern ist darin begründet, daß die einzelnen Sprachwerkzeuge nicht in regelmäßiger Reihenfolge ihre Thätigkeit entfalten, sondern nur zu einer krampfhaft erschwerten Articulation der Silben und damit der Sprache befähigt sind. An diesem Krampfe betheiligen sich die Zungen-, Rachen-, Lippen-, Kehlkopfs- und Athmungsmuskeln. Die Ursache dieses Fehlers liegt wohl hauptsächlich in den Nerven, welche die Sprachwerkzeuge beherrschen oder in den centralen Apparaten (Gehirn). Es erklärt sich hieraus, weshalb Geistesverlegenheit, Schreck oder Furcht zum Stottern führen und ein kräftiger Wille dieses Uebel beseitigen kann. Manche sind der Ansicht, daß die nächste Ursache des Stotterns in einer fehlerhaften Respiration liegt und daß diese zu oberflächlich und unregelmäßig vor sich geht. Der Kranke geht auch nicht ökonomisch mit seiner Respiration um, sondern athmet schon zu viel aus, ehe er noch zu sprechen beginnt; er stößt dann die übrige Luft stoßweise aus. Die Heilung wird deshalb dadurch ermöglicht, daß die Athmung durch methodische Athemübungen normaler gemacht wird; daß die Articulation, besonders in den ersten Silben, zurückgedrängt und die Vokalisation vorherrschend wird. Denn den Stotterer bringt hauptsächlich die erste Silbe jedes Redeabschnittes zum Stottern und er läßt die Articulation viel zu sehr über die Vokalisation herrschen. M. Rosenthal empfiehlt, daß der Patient, ehe er zu sprechen beginnt, tiefen Athem holen soll und bei auf die Neige gehendem Athem bei Zeiten wieder tief einathmet. Das Sprechen selbst soll in langsamem Silbensprechen nach dem $^4/_4$ Takte ausgeführt werden, wobei der Kranke den gleichmäßigen Takt durch seine eigenen Handbewegungen zu reguliren hat. Am besten werden derartige Kuren in eigens für Stotterer eingerichteten Anstalten ausgeführt. — Das Stammeln beruht auf der Unsicherheit, die Buchstaben einzeln alle

richtig auszusprechen und entsteht durch Ungewandtheit und Unbeweglichkeit der Zunge.

Bei Taubstummen bieten die Sprachwerkzeuge keine wesentlichen Fehler dar, die wahre Ursache der Sprachlosigkeit liegt nur in der Unfähigkeit zu hören, und diese hängt von organischen, wohl nie zu hebenden Fehlern des Gehörorgans ab. Bei richtigem Unterricht lernen auch Taubstumme, wenn auch nur mit mangelhafter Modulation, sprechen.

Der Kehlkopfspiegel (Garcia, Czermak, Türk) dient nicht nur zur Beobachtung der Thätigkeit der Stimmbänder bei der Stimmbildung, sondern auch zur Ergründung von Kehlkopfskrankheiten. Er besteht aus einem kleinen, an einem Griffe befestigten Metallspiegel, den man erwärmt (um das Beschlagen zu verhüten) und bei herausgestreckter Zunge in die Rachenhöhle einführt und dort direct über dem Kehlkopfeingang unter einem Winkel von 45° festhält. Der Beobachter sieht durch einen in der Mitte durchbohrten Spiegel, der das Licht der Sonne oder einer hellen Lampe auf den Kehlkopfspiegel wirft und so das Bild der Stimmbänder in letzterem beleuchtet.

## Stimmapparat bei den Thieren.

Eine wirkliche Stimme kommt nur den höheren, mit Lungen versehenen Thieren zu. Unter den Insekten bringen einige Käfer (Bockkäfer, Lilienhähnchen, durch Reiben des Halsschildes an den Flügeldecken Töne hervor; die Männchen der Laubheuschrecken, Heupferdchen, Grillen und Zirpen haben eigenthümliche Singapparate, welche bei den 3 ersten als Trommelhaut (rund, klar und Glimmerblättchen ähnlich) in der Hinterecke der Oberflügel und in einem am Hinterleib befindlichen Kanale bestehen. Durch das Reiben der Flügel und das Ausströmen der Luft durch den Kanal entsteht das sogen. Singen. Bei den Zirpen liegt der Zirpapparat am Bauchgrunde, besteht aus einer mit einem Häutchen verschlossenen Höhle, welche ein zweites Häutchen einschließt, das durch besondere Muskeln in schwingende und tönende Bewegung gebracht wird. Ader- und Zweiflügler sollen ihr Summen, entweder durch die aus den Luftkanälen strömende Luft oder nach Anderen durch die schwingenden und knitternden Bewegungen der Häute ihres Rumpfes hervorbringen. —

Unter den Fischen haben einige Stimme; die zu ihrer Erzeugung dienenden Organe sind aber noch unbekannt. Das Anblasen soll von der, reich mit Muskeln versehenen Schwimmblase ausgehen. — Bei den Amphibien besteht noch keine Trennung von Kehlkopf und Luftröhre. Der ungetheilte Anfangstheil der Luftwege ist (besonders bei den Lurchen) eine sehr in die Breite entwickelte Röhre, die durch Knorpelstücke von verschiedener Gestalt eine Stütze erhält; sie setzt sich entweder direct in die Lungen fort (Frösche) oder in zwei häutige zu diesen führende Säcke. Die Frösche haben schon Stimmbänder; bei der Wabenkröte sollen jedoch dagegen die Töne der Stimme von festen schwingenden Knorpelstücken ausgehen, die an einem Ende in den großen Kehlkopf befestigt, beim Anblasen wie Stimmgabeln oder feste Zungen in Bewegung gerathen. — Bei den Reptilien trennt sich schon Kehlkopf und Luftröhre. Der Kehlkopf enthält mehrere mit einander verschmolzene Knorpelringe und stellen diese entweder eine größere Knorpelplatte dar, oder sie sind in größere und kleinere Stücke getrennt, die wie bei den höheren Wirbeltieren gedeutet worden sind. Die Krokodile und Eidechsen haben Stimmbänder. — Bei den Vögeln ist die Ausbildung des am Anfange der Luftwege gelegenen Kehlkopfes noch unbedeutend, obgleich die einzelnen Stücke desselben (Schild-, Ring- und Stellknorpel) schon angetroffen werden. Der Kehldeckel wird durch eine über den Kehlkopfeingang hervorragende Papille angedeutet. Das „Stimmorgan der Vögel, der untere Kehlkopf", wird unter Betheiligung des untern Theils der Luftröhre, sowie der Anfänge der Luftröhrenäste gebildet. Das durch Verschmelzung einzelner Ringe umgebildete Luftröhrenende bildet die sogen. auch äußerlich angedeutete „Trommel". Ein knöcherner Querbalken theilt die Luftröhre in zwei Theile und hält eine Schleimhautfalte ausgespannt. Eine zweite Schleimhaut spannt sich meist zwischen dem letzten Luftröhren- und ersten Luftröhrenastringe an. Die Ränder dieser beiden Falten dienen als Stimmbänder und können durch besondere Muskeln in verschiedene Spannungsgrade versetzt werden. Die Stimmritze ist doppelt. Den Singvögeln kommt noch eine dritte, sich vom Steg erhebende Falte zu; ebenso ein sehr entwickelter aus 5—6 Muskelpaaren gebildeter „Singmuskelapparat". Das Wortaussprechen der Vögel verdient nicht den Namen der Sprache, da sie keinen bestimmten Sinn mit den Worten verbinden. — Bei den Säugethieren entspricht der Kehlkopf im Allgemeinen dem menschlichen. Er ist scharf von der Luftröhre geiendert und die einzelnen, wie beim Menschen vorhandenen, Knorpel zeigen nur bei den einzelnen Ordnungen, nach Höhe, Breite und

Art der Verbindung Abweichungen. Der Kehldeckel ist bei allen vorhanden und mit Ausnahme der Wale von einem Knorpelstücke gestützt. Zu den bisher (mit Ausnahme der Vögel) nur einfachen Stimmbändern tritt noch ein zweites, den oberen Stimmbändern des Menschen entsprechendes Paar hinzu. Ein besonderer „Resonanzapparat" ist am Kehlkopf mancher Säugethiere (Orang-Utang, Mandrill, Pavian, Makak, Brüll- oder Heulaffe) angebracht. Er besteht aus häutigen Säcken, welche mitunter zwischen Ring- und Schildknorpel, oder zwischen Schildknorpel und Zungenbein mit dem Kehlkopfe communiciren. Der Brüllaffe besitzt drei solcher Säcke, von denen die beiden seitlichen vergrößerte Morgagni'sche Taschen sind, der mittlere aber in dem, zu einer knöchernen Kapsel umgebildeten Körper des Zungenbeins eingebettet liegt. Auch an dem Kehlkopfsacke mancher Antilopen und des Rennthieres finden sich ähnliche Ausbuchtungen.

---

# Topographische Anatomie.

## Anordnung und Lagerung der Organe in den verschiedenen Gegenden des menschlichen Körpers.

Am menschlichen Körper bezeichnet man als größere Abtheilungen: den **Kopf** (mit dem Schädel und dem Gesichte), den **Rumpf** (mit dem Halse, der Brust, dem Bauche und dem Becken), die **oberen** und die **unteren Gliedmaßen** oder Extremitäten (d. s. die Arme und die Beine).

A) Der **Kopf** ist der oberste, rundliche und auf dem Halse aufsitzende Theil des menschlichen Körpers. Er kann sich auf dem ersten Halswirbel (Atlas) nach vorn und hinten bewegen (beugen und strecken), während er sich zugleich mit dem Atlas um den zweiten Halswirbel in einem Halbkreis drehen kann. Der Kopf ist es hauptsächlich, der den Menschen vom Thiere unterscheidet, weil er das hochentwickelte Gehirn (das Organ der geistigen Thätigkeiten) und die Apparate für die articulirte Sprache enthält. Der Kopf hat eine vollständig knöcherne Grundlage, in welcher sich Höhlen für das Gehirn und die Sinnesorgane befinden; er wird durch den unteren Stirnrand in den **Schädel** und das **Gesicht** getrennt.

a. Der **Schädel** (s. S. 125) ist der obere eiförmige Theil des Kopfes und bildet eine Knochenkapsel rings um das von drei Häuten (der harten Hirnhaut, Spinnwebenhaut und weichen Hirnhaut) umhüllte **Gehirn**, in deren Wand sich viele Oeffnungen befinden, durch welche die 12 Hirnnerven und Gefäße in die **Schädelhöhle** ein- und austreten. Als Gegenden am Schädel bezeichnet man: die Stirn, den Scheitel, das Hinterhaupt, die Schläfe und den Grund (welcher auf dem Halse und vorn auf dem Gesichte ruht). So lange die Hirnkapsel noch in ihrer Entwickelung begriffen ist, berühren sich die einzelnen Knochen, welche dieselbe zusammensetzen, noch nicht mit ihren Rändern, sondern sind nur durch knorpelige Streifen mit einander verbunden. Erst wenn das Gehirn ganz ausgewachsen ist, greifen die benachbarten Knochenränder fest in einander und dann ist die Knorpelkapsel nicht mehr ausdehnbar. Als Andeutung der noch nicht vereinigten Knochenränder finden sich am Schädel des Neugeborenen die Fontanellen (s. S. 126). Der obere Theil des Schädels, die **Schädeldecke** oder die **Hirnschale**, ist mit der behaarten, ziemlich gefäß-

und nervenreichen Kopfhaut und mit einigen Muskeln (s. S. 148) überkleidet. Die größeren Gefäß- und Nervenstämme verlaufen an der Hirn-, Schläfen- und Hinterhauptsgegend und werden nach diesen Gegenden benannt. — An der Schläfengegend ist die knöcherne Schädelkapsel am dünnwandigsten. — Im Schläfenbeine und zwar im Felsentheile desselben (am Schädelgrunde) liegt das Gehörorgan verborgen, dessen Eingang das äußere Ohr und der Gehörgang ist (s. S. 127, Fig. I. g).

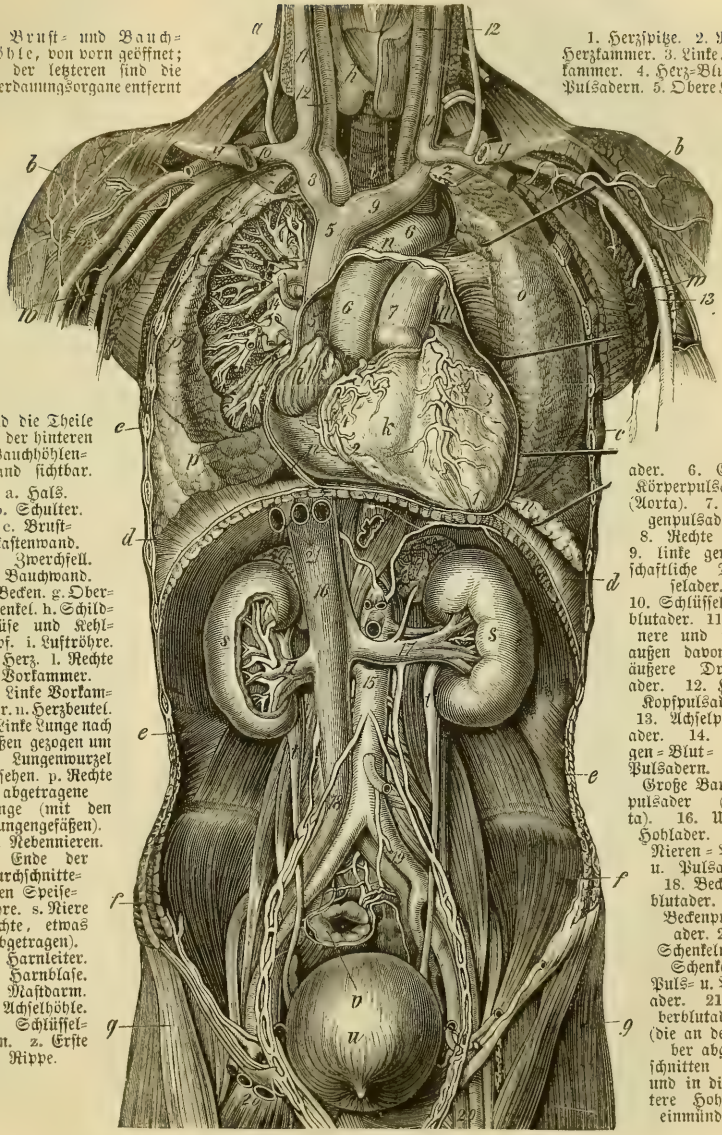
b. Das **Gesicht** ist der unterhalb der Stirn liegende Theil des Kopfes; es enthält in seiner knöchernen Grundlage (s. S. 128) die Höhlen für den Gesichts-, Geruchs- und Geschmackssinn, nämlich: die beiden Augenhöhlen, die Nasen- und die Mundhöhle. Der Charakter des Gesichts, der sich besonders bei den verschiedenen Menschenrassen sehr verschieden zeigt, ist abhängig: von der Hirn- und Stirnbildung (Gesichtswinkel s. S. 113), der Ausbildung der Sinnesorgane und Gesichtsknochen, dem Muskelapparate unter der Haut (siehe S. 148). — Als die Gegenden im Gesichte bezeichnet man: die Augen-, Nasen-, Wangen-, Backen-, Mund-, Kinn-, Unterkiefer- und Kaumuskelgegend. — Neben vielen Blutgefäßen (s. S. 236) verbreiten sich zahlreiche Nerven im Gesichte (s. S. 176), welche, abgesehen von den betreffenden Sinnesnerven, entweder Bewegungsnerven (Zweige vom Gesichtsnerven) oder Empfindungsnerven (vom Dreigetheilten) sind.

B) Der Rumpf oder Stamm bildet seinem Umfange nach die Hauptmasse des menschlichen Körpers; auf ihm sitzt der Kopf und ihm hängen die Gliedmaßen (Arme und Beine) an. Man bezeichnet am Rumpfe: den Hals, den Ober- und Unterleib (Brust und Bauch) und das Becken. Die Grundlage des Rumpfes ist die am Rücken sich herabziehende und in einen Hals-, Brust-, Bauch- und Beckentheil zerfallende Wirbelsäule oder das Rückgrat (s. S. 128), welches den Kanal für das Rückenmark (s. S. 178) enthält und schlangenförmig gekrümmt ist. Diese Säule, an welche sich seitlich die übrigen knöchernen Rumpftheile (die 24 Rippen und die beiden Beckenknochen) ansetzen, wird von 26 über einander liegenden Knochen aufgebaut, nämlich von 24 Wirbeln, dem Kreuz- und Steißbeine. Nach ihrer Lage werden die Wirbel (7) Hals-, (12) Brust- und (5) Bauch- oder Lendenwirbel genannt.

a. Der **Hals** ist der obere, schmale rundliche Theil des Rumpfes, auf welchem der Kopf ruht und dessen vordere Fläche (mit der Kehlgrube dicht über dem Brustbein) schlechthin Hals genannt wird, während man die hintere Fläche als Nacken oder Genick bezeichnet. Seine knöcherne Grundlage bilden die 7 Halswirbel, zwischen welchen an jeder Seite 8 Halsnerven hervortreten, von denen sich die 4 oberen am Kopfe und Halse, die 4 unteren am Arme verbreiten. An der vorderen, von den beiden Kopfnickmuskeln begrenzten, nur mit wenig Muskeln (s. S. 150) versehenen Halsgegend ist ziemlich dicht unter der Haut, ganz oben unter dem Kinne, das U-förmige Zungenbein, weiter abwärts der Kehlkopf mit dem Adamsapfel (s. S. 381), die Schilddrüse (deren ungehörige Vergrößerung Kropf genannt wird) und das Anfangsstück der Luftröhre fühlbar. Hinter diesen Theilen liegt dicht vor den Wirbeln der Schlundkopf und als Fortsetzung desselben die Speiseröhre. An der seitlichen Halsgegend fühlt man die zum Gesichte und Schädel aufsteigende Kopfpulsader (Carotis) klopfen; neben dieser ziehen sich große Blutadern (die Drosseladern) und Nerven (der Lungen-Magen-, der Zwerchfells- und sympathische Nerv) nach der Brusthöhle herab. — Die hintere Halsgegend

# Tafel X.

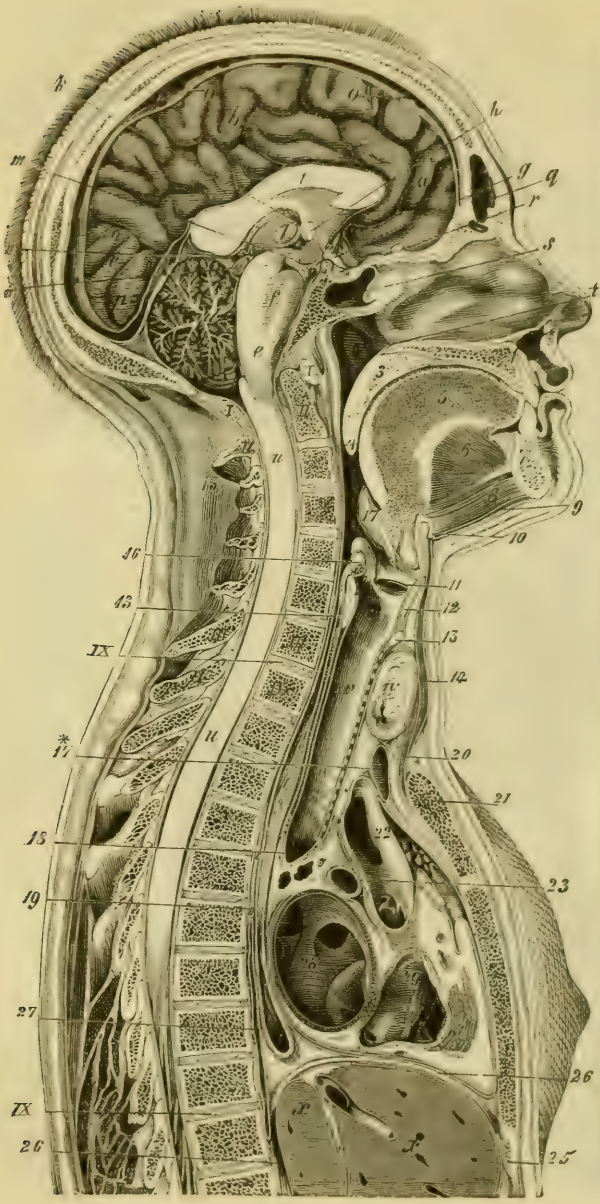
Brust- und Bauchhöhle, von vorn geöffnet; in der letzteren sind die Verdauungsorgane entfernt und die Theile an der hinteren Bauchhöhlenwand sichtbar.



a. Hals.
b. Schulter.
c. Brustkastenwand.
d. Zwerchfell.
e. Bauchwand.
f. Becken.
g. Oberschenkel.
h. Schilddrüse und Kehlkopf.
i. Luftröhre.
k. Herz.
l. Rechte Vorkammer.
m. Linke Vorkammer.
n. Herzbeutel.
o. Linke Lunge nach außen gezogen um die Lungenwurzel zu sehen.
p. Rechte abgetragene Lunge (mit den Lungengefäßen).
q. Nebennieren.
r. Ende der durchschnittenen Speiseröhre.
s. Niere (rechte, etwas abgetragen).
t. Harnleiter.
u. Harnblase.
v. Mastdarm.
w. Achselhöhle.
y. Schlüsselbein.
z. Erste Rippe.

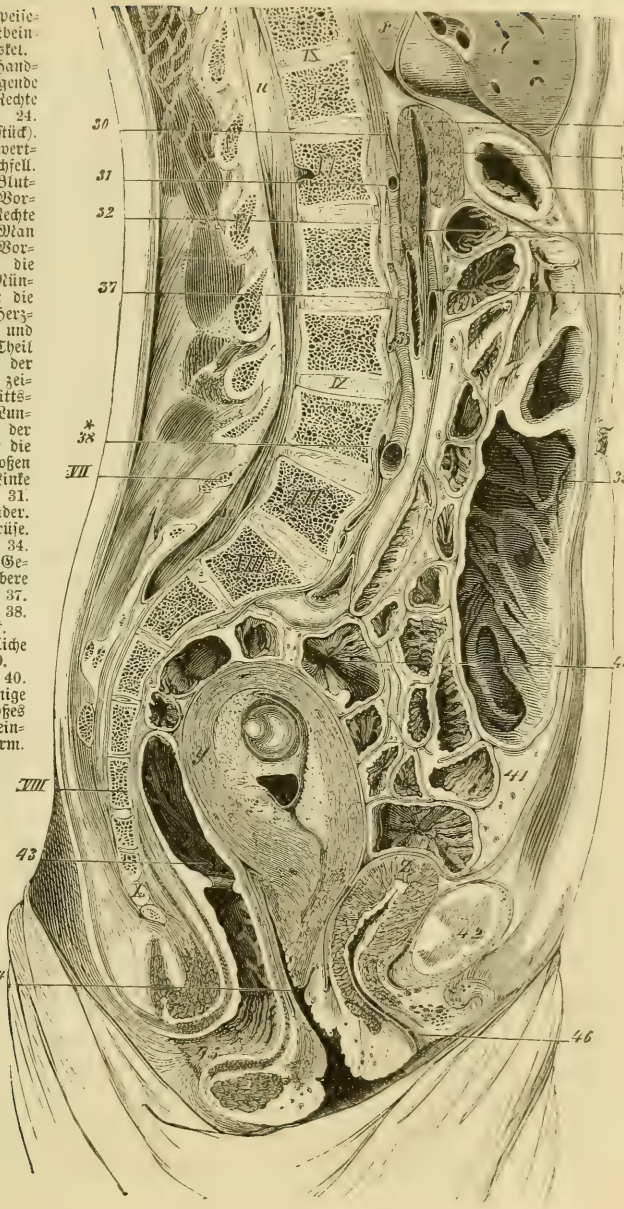
1. Herzspitze. 2. Rechte Herzkammer. 3. Linke Herzkammer. 4. Herz- Blut- u. Pulsadern. 5. Obere Hohlader. 6. Große Körperpulsader. (Aorta). 7. Lungenpulsader. 8. Rechte und 9. linke gemeinschaftliche Drosselader. 10. Schlüsselbeinblutader. 11. Innere und nach außen davon die äußere Drosselader. 12. Hals-Kopfpulsader. 13. Achselpulsader. 14. Lungen- Blut- und Pulsadern. 15. Große Bauchpulsader (Aorta). 16. Untere Hohlader. 17. Nieren- Blut- u. Pulsadern. 18. Beckenblutader. 19. Beckenpulsader. 20. Schenkelnerv, Schenkel-Puls- u. Blutader. 21. Leberblutadern (die an der Leber abgeschnitten sind und in die untere Hohlader einmünden).

## Tafel XI. A.



Der weibliche Körper in der Mittellinie der Länge nach durchschnitten, so daß die linke Körperhälfte zu sehen ist. Nach Braune: a. Vordere, b. mittlere und c. hintere Larven des großen Gehirns. d. Kleines Gehirn mit dem Lebensbaum. e. Verlängertes Mark. f. Varolsbrücke. g. Sehnerven-Kreuzung. h. Vordere Commissur. i. Balken. k. Monro'sches Loch. l. Weiche Commissur. m. Markhügel. n. Zirbeldrüse*. Vierhügelkörper. o. Oberer Längs- oder Sichelblutleiter. p. Das Hirnzelt mit dem Zeltblutleiter. q. Stirnhöhle. r. Hirnanhang. s. Keilbeinhöhle. t. Ohrtrompete. u. Rückenmark. v. Luftröhre. w. Schilddrüse. x. Leber. y. Gebärmutter oder Fruchthalter im Zustande der Schwangerschaft und zwar am Ende der 8. Woche; die Länge des ausgestreckten Stammes des Embryo betrug 28 Millimeter. z. Harnblase. I. Erster Halswirbel. II. Zweiter Halswirbel. III. Siebenter Halswirbel. IV. Erster Brustwirbel. V. Zwölfter Brustwirbel. VI. Erster Lendenwirbel. VII. Fünfter Lendenwirbel. VIII. Kreuzbein. IX. Zwischenwirbelknorpel. X. Steißbein. 1. Oberkiefer. 2. Harter Gaumen. 3. Weicher Gaumen. 4. Zäpfchen. 5. Zunge. 6. Kinn-Zungenmuskel. 7. Unterkiefer. 8. Kinn-Zungenbeinmuskel. 9. Kiefer-Zungenbeinmuskel. 10. Zungenbein. 11. Morgagni'sche Kehlkopfstasche. 12. Schildknorpel. 13. Ringknorpel. 14. Brust-Zungenbeinmuskel. 15. Nackenband. 17. Kehldeckel. 17*. Linke gemeinschaftliche Drosselader. 18. Linker Luft-

# Tafel XI. B.




röhrenast. 19. Speiseröhre. 20. Brustbein-Schildknorpelmuskel. 21. Brustbein (Handhabe). 22. Aufsteigende Aorta. 23. Rechte Lungenpulsader. 24. Brustbein (Mittelstück). 25. Brustbein (Schwertfortsatz). 26. Zwerchfell. 27. Unpaarige Blutader. 28. Linke Vorkammer. 29. Rechte Vorkammer. (Man blickt von beiden Vorkammern durch die Vorhofskammer-Mündung ein Stück in die dazu gehörige Herzkammer hinein und übersieht einen Theil der Klappen. In der linken Vorkammer zeigen sich die Eintrittsstellen der linken Lungenblutadern, in der rechten Vorkammer die Mündung der großen Herzblutader.) 30. Linke Nierenblutader. 31. Rechte Nierenpulsader. 32. Bauchspeicheldrüse. 33. Milzblutader. 34. Magen. 35. Obere Gekrösblutader. 36. Obere Gekröspulsader. 37. Zwölffingerdarm. 38. Bauchaorta. 38*. Linke gemeinschaftliche Hüftblutader. 39. Quergrimmdarm. 40. Grimmdarm (Sförmige Krümmung). 41. Großes Netz. 42. Schambeinfuge. 43. Mastdarm. 44. Scheide. 45. After. 46. Harnröhre.

oder der Nacken, welcher oben am Hinterhaupte anfängt und sich nach unten in den Rücken verliert, enthält nur unter der dicken Haut mehrere Schichten von Nackenmuskeln (s. S. 151).

b. Der **Oberleib** oder die **Brust** ist der zwischen Hals und Bauch liegende Theil des Rumpfes, welchem seitlich die Arme anhängen. Die Grundlage des Oberleibes ist der knöcherne Brustkasten (s. S. 129 und 131), welcher die Brusthöhle in sich schließt und an seiner hinteren Wand von den 12 Brustwirbeln, an jeder Seite von 12 Rippen und vorn vom Brustbein mit den Rippenknorpeln gebildet wird. — Die Außenfläche des knöchernen Brustkastens wird von den Brust- und Rückenmuskeln (s. S. 151) überdeckt, welche ebenso den Bewegungen der Arme, wie der Rippen dienen. — In der **Brusthöhle**, welche von der Bauchhöhle durch das fleischige Zwerchfell (s. S. 149) geschieden ist, liegt in der Mitte, und zwar vom Herzbeutel umhüllt, das Herz (s. S. 225), welches an seinem obern breitern Theile mit 3 großen Adern (der großen Körperpulsader, der Lungenpulsader, der oberen Hohlader) in offener Verbindung steht, während von unten her die untere Hohlader in die hintere Wand des rechten Vorhofs einmündet. Zu beiden Seiten des Herzens lagert in jeder Brusthöhle eine Lunge (s. S. 248), welche vom Brustfell überkleidet und umhüllt wird. Zwischen Herz und Lunge läuft der Zwerchfellsnerv. Hinter dem Herzen, dicht vor der Brustwirbelsäule, findet man: die Speiseröhre und das Ende der Luftröhre, die große Körperpulsader (Aorta), die unpaarige Blutader, den Milchbrustgang, den Lungen-Magennerven (Vagus) und den sympathischen Nerven.

c. Der **Unterleib** oder **Bauch** ist der zwischen Brust und Becken liegende Theil des Rumpfes, welcher die Bauchhöhle einschließt. Die Wände dieser Höhle (Bauchdecken) sind zum größten Theil fleischig und werden von den Bauchmuskeln (s. S. 149) gebildet. Nur an der hinteren Wand tragen die 5 Bauchwirbel und oben die 5 letzten Rippen zur Umwandung der Bauchhöhle bei. Man pflegt die vordere und Seitenfläche des Unterleibs als Bauch, die hintere als die Lenden (Nierengegend) zu bezeichnen. Aeußerlich unterscheidet man am Bauch die von den Knorpeln der sechs unteren Rippen begrenzte Oberbauchgegend mit der Magengrube und den Weichen oder Hypochondrien, die Mittelbauchgegend mit der Nabelgegend und den beiden Oberhüft- oder Darmgegenden sowie die Unterbauchgegend mit der Schamgegend und den beiden Leistengegenden. — Innerhalb der **Bauchhöhle** gehören die meisten (vom Bauchfell eingehüllten und überkleideten) Eingeweide dem Verdauungsapparate (s. S. 256) an. An der inneren Fläche des Nabels sind 4 rundliche, sehnige Stränge angeheftet, von denen der eine als rundes Leberband (Nabelvene beim Embryo) sich zur Leber erstreckt, die anderen drei, das mittlere und die seitlichen Harnblasenbänder, abwärts zur Harnblase gehen; die beiden seitlichen waren beim Embryo Nabelpulsadern, der mittlere Harngang. Zunächst unter dem Zwerchfelle, welches die Scheidewand zwischen Bauch- und Brusthöhle bildet, lagert am weitesten rechts die Leber mit der Gallenblase und Pfortader, neben der Leber nach links der Magen, an dessen linkem Ende (oder Blindsacke) die Milz anhängt. Zwischen Leber und Magen zieht sich das kleine Netz hin. Dicht hinter dem Magen liegt, von der Milz nach rechts bis zum Zwölffingerdarme, die Bauchspeicheldrüse. — Die Mitte der Bauchhöhle, hinter dem Nabel, nehmen die Gekrösdärme (der Leer- und Krummdarm) ein, welche unten bis in die Beckenhöhle hineinragen und welche rechts, links und oben vom Grimmdarme (mit einem aufsteigenden rechten, einem dicht unterhalb des Magens sich hinziehenden queren und einem absteigenden linken Stücke) umzogen sind. Rechts unten in der Bauchhöhle, am Anfangsstücke des Grimmdarms, wo der Dünn- in den Dickdarm übergeht, befindet sich der

Blinddarm mit dem Wurmfortsatze, während auf der anderen Seite links unten die Sförmige Grimmdarmkrümmung liegt. Die genannten Därme sind mit dem großen Netze locker überdeckt und an Falten des Bauchfells, welche Gekröse genannt werden und viele Lymphdrüsen nebst Gefäßen und Nerven enthalten, angeheftet (s. S. 275). Hinter diesen Verdauungsorganen und hinter dem Bauchfell findet man in der hinteren Bauchhöhlenwand zu beiden Seiten der Lendenwirbel die Nieren (s. S. 282) mit den Nebennieren (s. S. 219) und den Harnleitern, und zwischen ihnen dicht vor der Lendenwirbelsäule die große Körperpulsader (Aorta) mit den Ursprüngen großer Eingeweidepulsadern, die von dem sympathischen Nerven- oder Sonnengeflecht (mit vielen Ganglien) umsponnen sind, die untere Hohlader, sowie den Anfang des Milchbrustganges.

d. Das **Becken** bildet den untersten Theil des Rumpfes und dient beim Sitzen als Grundlage desselben, sowie den Beinen zur Einlenkung. Die Höhle in seinem Innern, die Beckenhöhle, ist eine unmittelbare Fortsetzung der Bauchhöhle und birgt außer einem Theile der Gekrösdärme noch einige Organe des Harn- und Geschlechtsapparates. — Die knöcherne und von vielen starken Muskeln (s. S. 149) umhüllte Grundlage des Beckens (von der man das obere oder große und das untere oder kleine Becken unterscheidet) bilden an der Hinterwand das Kreuz- und das Steißbein, seitlich und vorn die beiden Beckenknochen, von denen ein jeder in eine obere, untere und vordere Portion, in das Hüft-, Sitz- und Schambein getrennt wird und an der vorderen seitlichen Außenfläche die Pfanne zur Aufnahme des Schenkelkopfes trägt (s. S. 134). Die starken Fleischschichten an der hinteren Beckenwand heißen die Gefäßmuskeln. — In der **Beckenhöhle**, aus welcher an der hinteren und vorderen Fläche starke Nerven hervor- und zu den Beinen hinabtreten (die Lendennerven, welche in die Schenkelnerven, und die Kreuzbeinnerven, welche in die großen Hüftbeinnerven auslaufen) lagert am weitesten nach vorn die Harnblase und hinter dieser der Mastdarm. Zwischen diesen beiden Organen und zur Seite derselben finden sich bei der Frau die Fortpflanzungsorgane; beim Manne haben dieselben, soweit sie in der Beckenhöhle liegen, ihre Lage unterhalb der Harnblase. Die Gegend an der unteren Beckenwand, mit dem After, führt den Namen Damm.

C) Die obere Gliedmaße oder der Arm hängt bei aufrechter Stellung des Menschen am obern Theile des Brustkastens bis etwa zur Mitte des Schenkels herab und kann mit seinem untersten Theile, d. i. die Hand, vermöge seiner Gelenke, alle Gegenden des Körpers berühren. Man unterscheidet am Arme die Schulter, den Oberarm, den Unter- oder Vorderarm und die Hand. — Der Hauptpulsaderstamm des Armes tritt als Schlüsselbeinpulsader in die Achselhöhle (Achselpulsader), läuft an der inneren Seite des Armes herab (Armpulsader), geht in der Mitte der Ellenbogenbeuge auf den Vorderarm und theilt sich hier in eine Speichen- und eine Ellenbogenpulsader, welche in der Hohlhand zwei Bögen bilden und Hand und Finger mit Blut versorgen. Alle diese Pulsadern werden von zwei Blutadern begleitet. Die Nerven des Armes stammen aus dem Armgeflechte (s. S. 181) und sind: der Achsel-, der Mittelarm-, der Ellenbogen- und der Speichennerv. Ihre Endigungen befinden sich an den Fingern.

a. Die **Schulter** oder **Achsel** (s. S. 131). Der höchste Theil des Armes, welcher dem Körper in seinem Obertheile die volle Breite giebt, wird vorn

vom Schlüsselbeine, hinten vom Schulterblatte gebildet. Das letztere trägt die Gelenkgrube für den Oberarm (d. i. das Achselgelenk), das erstere hält wie ein Strebepfeiler das Schulter- oder Achselgelenk in gehöriger Entfernung vom Brustkasten und schafft so dem Arme die nöthige Freiheit in seinen Bewegungen. Unterhalb des Achselgelenkes zwischen starken Muskeln befindet sich die Achselhöhle, in welcher eine große Achselpuls- und Blutader, sowie viele dicke Armnerven verborgen liegen und zahlreiche Lymphdrüsen lagern. Die Haut dieser Höhlen enthält sehr zahlreiche große Schweißdrüsen.

b. Der **Oberarm** ist das vom Achsel- bis Ellenbogengelenk reichende Stück des Armes und wird nur von einem Knochen, dem Oberarmbeine (siehe S. 132) gebildet. Die Muskeln, welche rings um diesen Knochen herumliegen (s. S. 151) sind an der vorderen-inneren Fläche die Beuger, an der hinteren-äußeren Fläche die Strecker des Vorderarmes. Die Hauptpulsader (die Armarterie) läuft an der inneren Fläche des Oberarmes herab.

c. Der **Vorder-** oder **Unterarm**, welcher seine Lage zwischen Ellenbogen- und Handgelenke hat, wird in seiner knöchernen Grundlage von zwei Knochen gebildet, vom Ellenbogenbeine an der Seite des kleinen Fingers und von der Speiche an der Daumenseite (s. S. 132). Die Muskeln am Vorderarme können die Speiche, die Hand und die Finger bewegen (s. S. 152). — Pulsadern giebt es zwei größere, die Speichen- und die Ellenbogenarterie, welche in der Richtung der gleichnamigen Knochen zur Hohlhand, zum Handrücken und den Fingern herablaufen.

d. Die **Hand** (s. S. 132), an welcher man die Hohlhand und den Handrücken unterscheidet, zerfällt in die von 8 kleinen Knöchelchen gebildete Handwurzel (d. i. das oberste, an das Handgelenk stoßende Stück), in die Mittelhand, mit 5 Knochen und in die 5 Finger (den Daumen, Zeige-, Mittel-, Ring- und kleinen Finger), von denen, mit Ausnahme des zweigliedrigen Daumens, jeder 3 Glieder hat; das dritte Glied trägt den Nagel. — In der Hohlhand liegen zwei Pulsaderbögen mit begleitenden Blutadern und zahlreiche Nerven.

D) Die untere Gliedmaße oder das Bein, das Organ des Stehens und Fortschreitens, hängt von der Seite des Beckens herab und bildet beim Erwachsenen ziemlich die Hälfte der ganzen Körperlänge. Es zerfällt in den Oberschenkel, den Unterschenkel und den Fuß. —

a. Der **Oberschenkel**, welcher sich vom Hüftgelenke bis zum Kniegelenke erstreckt, wird von einem einzigen, mit starken Muskeln umgebenen Knochen, dem Oberschenkelbein (s. S. 132) gebildet. An seiner vorderen und hinteren Fläche verlaufen zwischen den Muskeln (s. S. 152), die den Ober- und Unterschenkel bewegen, große Nerven und Gefäße. Die aus dem Schenkelkanal (siehe S. 237) kommende Schenkelpulsader liegt zwischen dem an der vorderen Fläche des Oberschenkels verlaufenden Schenkelnerven und zwischen der Schenkelvene (s. S. 391, Taf. X 20); sie läuft von der Mitte der Schenkelbeuge nach innen gegen das Knie herab und tritt in die Kniekehle. An der hinteren Fläche des Oberschenkels zieht sich der starke Hüftnerv (Ischiadicus) in die Kniekehle herab und spaltet sich am Unterschenkel in den Schienbein- und Wadenbeinnerven, welche sich am Fuße und an den Zehen enden (s. S. 182).

b. Das **Knie**, mit der Kniegelenkhöhle im Innern, wird vom untern Ende des Oberschenkelknochens, dem obersten Stücke des Schienbeins und vorn von der Kniescheibe gebildet (s. S. 133). In der Kniekehle (s. S. 152), d. i. die Grube an der hinteren Fläche des Kniegelenks, liegen ziemlich starke Gefäße und Nerven (Kniekehlen-Puls-, Blutader und Nerv).

c. Der **Unterschenkel** reicht vom Knie- bis zum Fußgelenk und besitzt zwei Knochen, von denen der starke, an der Seite der großen Zehe liegende, das Schienbein, der dünne nach außen liegende, das Wadenbein heißt. Beide Knochen sind am Fußgelenke mit je einem Knorren versehen und d. s. die Knöchel (s. S. 133). Die starken Muskeln an der hinteren Fläche des Unterschenkels, welche die Waden bilden und besonders beim Tanzen wirken, vereinigen sich zu der an die Ferse angehefteten Achillessehne (s. S. 152).

d. Der **Fuß**, mit der Fußsohle und dem Fußrücken, hat in seinem Baue viel Aehnlichkeit mit der Hand. Er zerfällt in die Fußwurzel (mit 7 Knochen), in den Mittelfuß (mit 5 Knochen) und in die 5 Zehen mit ihren Gliedern. — In der Fußsohle liegen zwei Pulsaderbögen nebst Blutadern und ziemlich starke Nerven (Endigungen des Hüftbeinnerven).

## Die Stufenjahre des menschlichen Lebens.

Nach der Geburt durchläuft der Mensch bis zu seinem Tode, wie alle lebenden Körper, welche von Natur eine bestimmte Dauer ihres Daseins (Lebensdauer) haben, eine festgesetzte Reihe von bestimmten Veränderungen, die man Entwickelungsstufen, Lebensabschnitte, Lebensalter, Lebensphasen oder Bildungsperioden benannt hat. — Im menschlichen Leben, welches gegen 70 bis 80 Jahre und auch noch länger währt, fallen zuvörderst drei Hauptabschnitte auf, nämlich der der Entwickelung, der Reife und der Abnahme. Ein jeder dieser Abschnitte läßt aber wieder mehrere Zeiträume mit besonderen Erscheinungen erkennen. Jedoch lassen sich diese Lebensepochen nicht nach ganz bestimmten Jahren eintheilen, da die einzelnen Epochen, wie auch schon aus der allmählichen Ausbildung des Körpers hervorgeht, nicht schroff von einander gesondert sind, sondern nur ganz allmähliche Uebergänge aus der einen Epoche in die andere bilden; da ferner der Gang der körperlichen und geistigen Entwickelung sich bei dem einzelnen Menschen weder streng an die Zahl der durchlebten Jahre bindet, noch auch bei allen Menschen auf der Erde gleich bleibt, sondern durch Klima, Lebensweise, Erziehung, Geschlecht, Temperament, Constitution, Abstammung, überstandene Krankheiten u. s. w. beeinflußt wird. — Der Mensch, nachdem er vor seiner Geburt das Frucht-, Ei- oder Fötalleben (von 9 Monaten oder 40 Wochen oder 280 Tagen Dauer) durchlebt hat, tritt mit dem Erblicken des Lichtes der Welt in das selbstständige Leben ein und zwar zunächst in den

**I. Zeitraum der Unreife**, welcher von der Geburt an bis zum Eintritt der Reife (bei uns zu Lande etwa bis zum 20. Lebensjahre beim weiblichen, bis zum 24. Jahre beim männlichen Geschlechte) dauert und die Kindheit und Jugend in sich schließt. Es charakterisirt sich dieser Zeitraum hauptsächlich durch das fortwährende Wachsthum des

Körpers und das Entfalten seiner Form. Er läßt sich in die folgenden Epochen trennen:

1) Das Alter des Neugeborenen, jüngstes Säuglingsalter, umfaßt die ersten 6 bis 8 Lebenstage und zeichnet sich durch die am kindlichen Körper noch vorhandenen Spuren des früher bestandenen engern Zusammenhanges mit dem mütterlichen Organismus (den Nabelstrang) aus. Das Treiben des Neugeborenen besteht nur: in Athmen, Schlafen, Milch trinken, Schreien, Urin und Stuhl entleeren.

2) Das (spätere) Säuglingsalter begreift die ersten 9 bis 12 Monate des Lebens in sich und reicht bis zum Entwöhnen des Kindes von der Mutterbrust. In dieser Lebensepoche werden durch die Eindrücke der Außenwelt allmählich die Sinne zur Thätigkeit veranlaßt und es entwickelt sich so nach und nach der Verstand (Geist) als die Thätigkeit des Gehirns. Schon jetzt muß aber die Erziehung (durch Gewöhnung) beginnen. Uebrigens geht das Wachsthum des Körpers ziemlich schnell vor sich und es beginnt im 7., 8. oder 9. Lebensmonate der Ausbruch der sogenannten Milchzähne.

3) Das eigentliche Kindesalter oder das Alter der Milchzähne fängt mit dem Ende des ersten Lebensjahres an und endet mit dem eintretenden Zahnwechsel um das 7. Jahr. Die Ausbildung des Körpers und Geistes schreitet in dieser Periode im Verhältniß zu den übrigen Lebensaltern sehr bedeutend vor; der Körper wächst besonders in die Länge, wogegen die Fülle und Rundung der Glieder sich immer mehr und mehr verliert. Gegen das Ende des 2. Jahres ist der Ausbruch der 20 Milchzähne in der Regel beendet. — Dieses Lebensalter läßt sich, zumal hinsichtlich der Erziehung, recht wohl in zwei Zeiträume, in das erste und zweite Kindesalter, trennen. Das erste Kindesalter umfaßt das 2., 3. und bei etwas zurückgebliebener Entwickelung des Körpers vielleicht auch noch das 4. Lebensjahr in sich. Das Kind lernt stehen, gehen, kauen, sprechen, und entwickelt einen großen Nachahmungstrieb, der von den Eltern, neben der Gewöhnung, durchaus zur Erziehung benutzt werden muß. Das zweite Kindesalter begreift das 4., 5. und 6. Lebensjahr in sich und könnte vielleicht auch das Kindergartenalter genannt werden, weil jetzt die Hauserziehung selten ausreicht oder gewöhnlich zu einseitig wird, während das spielende Kind unter anderen Kindern und unter pädagogischer Leitung (im Kindergarten) sich vielseitig entwickelt.

4) Das Jugend- (Knaben- und Mädchen-) oder Schulalter umfaßt die Schuljahre und reicht sonach in unserem Klima etwa vom 7. bis 14. (beim Mädchen) oder 16. Jahre (beim Knaben). Es beginnt mit dem Zahnwechsel und endet mit dem Eintritt der Mannbarkeit oder Pubertät (s. später), der aber nach Geschlecht, Klima, Nation, Erziehung u. s. w. sehr verschieden ist.

5) Das Jünglings- und Jungfrauenalter reicht von der beginnenden Entwickelung der Pubertät bis zur Beendigung des Wachsthums, in unserem Lande beim männlichen Geschlechte etwa vom 16. bis 24., beim weiblichen vom 14. bis 20. Jahre. Es ist diese Periode das Alter des Reifens, so daß die wirkliche Reife noch nicht während derselben, sondern erst an ihrem Ende erreicht wird.

**II.** Der **Zeitraum der Reife** (das Mannesalter, Mittelalter, das gereifte, männliche oder stehende Alter) giebt sich durch die vollständige Ausbildung des Organismus kund und nimmt seinen Anfang mit der Beendigung des Wachsthums und der Pubertätsentwickelung. Es reicht diese Lebensepoche vom 20. oder 24. Lebensjahre bis etwa zum 40. oder 45. bei der Frau, bis zum 50. oder 55. beim Manne; der Körper steht jetzt auf der Höhe seiner Ausbildung gleichsam eine Zeit lang still. — Man könnte diesen Zeitraum in ein erstes und ein zweites Mannesalter trennen.

1) Das erste Mannes- oder Frauenalter vom 20. oder 24. Jahre bis gegen das 40. oder 45. Jahr, zeichnet sich durch Schlankheit, Behendigkeit und Kräftigkeit, Geistesfrische und Willensfestigkeit aus.

2) Im zweiten Mannes- oder Frauenalter verliert der Körper an Schlankheit und gewinnt meist durch größere Fettablagerung an Umfang und Rundung (Embonpoint), womit sich gewöhnlich die Liebe zur Ruhe und Bequemlichkeit verbindet.

**III.** Im **Zeitraum der Abnahme** oder **des Welkens** schreitet der Organismus allmählich, bei Einigen rascher, bei Anderen langsamer, wieder an Vollkommenheit abwärts und nähert sich so dem Tode. Wegen des so sehr allmählichen Ueberganges von der Kraft des Mannes zur Gebrechlichkeit des Greises läßt sich der Anfang dieser Lebensperiode nicht fest bestimmen, auch fällt derselbe bei verschiedenen Menschen, vorzüglich nach ihrer früheren Lebensweise, auf verschiedene Jahre. Gewöhnlich nimmt man an, daß der Eintritt dieses Zeitraums bei Männern zwischen das 50. und 60., bei Frauen zwischen das 40. und 50. Lebensjahr falle. Man trennt jedoch diese Periode in ein früheres und ein höheres Greisenalter.

1) Das erste oder frühere Greisenalter beginnt in der Mitte der vierziger (bei der Frau) oder fünfziger Jahre (beim Manne) und dauert bis gegen das 70. Jahr. Es giebt sich durch Grauwerden der Haare, Abnahme der Kräfte, Runzelung der Haut und Ausfallen der Zähne, sowie durch allmählich zunehmende Schwäche der Sinnes- und Geistesthätigkeiten zu erkennen.

2) Im höheren Greisenalter, welches hinter dem 70. Lebensjahre liegt, sinkt der Mensch allmählich, der Eine mehr, der Andere weniger, schneller oder langsamer zu einer fast nur vegetativen Existenz und in geistiger Beziehung zur Kindheit herab.

Jedes der angeführten Lebensalter hat seine bestimmten Eigenthümlichkeiten und diese beziehen sich ebensowohl auf den Bau wie auf die Thätigkeiten der verschiedenen Organe, ferner auch auf die Art der Erkrankung und die nöthige diätetische Behandlungsweise. Ueber diese Eigenthümlichkeiten soll später ausführlicher gesprochen werden.

## Sterben, Tod, Leiche.

Die Lebensdauer des Menschen, welche nicht künstlich verlängert, wohl aber künstlich verkürzt werden kann, reicht beim natürlichen Verlauf des Lebens gewöhnlich bis in die siebenziger oder achtziger Jahre, bisweilen auch noch etwas weiter, und der Tod (d. i. das Aufhören des Stoffwechsels und sonach auch der Thätigkeit der einzelnen Organe) erfolgt hier ohne vorhergegangene Krankheit, ohne nachweisbare, specielle Ursache, sanft und allmählich oder rasch, merklich und mit Bewußtsein oder unvermerkt im Schlafe, durch sogenannte Altersschwäche (Marasmus). Dieser Tod ist der natürliche, normale, nothwendige. Jede Todesart, welche von einer anderen Veranlassung als der naturgemäßen Beendigung des Lebensprocesses (Stoffwechsels) herrührt, ist unnatürlich (abnorm, zufällig, frühzeitig) und erfolgt entweder durch Krankheit (d. i. falsches Vonstattengehen des Stoffwechsels) mehr oder weniger schnell oder gewaltsam, durch äußere mechanische oder chemische Einflüsse.

Gewöhnlich fällt beim Sterben, dessen Mechanismus uns aber noch ganz unbekannt ist, eine der hauptsächlichsten Lebensthätigkeiten etwas früher als die übrigen weg, nämlich entweder die des Herzens, oder die der Lungen, oder die des Gehirns, weshalb diese Organe von Alters her Ausgangsstellen des Todes (atria mortis) genannt werden. Den Tod bezeichnet man darnach als einen durch Ohnmacht (Syncope, Aufhebung der Herzthätigkeit), durch Stickfluß (Erstickung, Asphyxie, Aufhebung der Lungenthätigkeit) und durch Schlagfluß (Apoplexie, Hirnlähmung). — Die das Sterben begleitenden und bezeichnenden Erscheinungen (die Sterbeerscheinungen), welche stets die Folge von Störungen wichtiger Lebensverrichtungen sind, stellen sich nach der Verschiedenheit dieser Störungen verschieden dar, auch treten sie schneller oder langsamer auf, haben einen kürzern oder langsamern Verlauf und sind mehr oder weniger deutlich wahrnehmbar in ihrem Beginne und Fortschreiten. Auf dieser Mannigfaltigkeit der beim Sterben auftretenden Erscheinungen beruht die Bezeichnung folgender Todesarten: einfacher Erschöpfungstod, bei welchem sich die Sterbeerscheinungen ganz allmählich aus schon vorhandenen krankhaften Zuständen entwickeln, so daß die Zeit ihres Beginnens mit Bestimmtheit nicht ermittelt werden kann, und sich dann in mehr oder minder

stetiger Aufeinanderfolge bis zum endlichen Erlöschen des Daseins steigern; Sterben unter Todeskampf (Agonie), wo die Sterbeerscheinungen einen deutlich wahrnehmbaren Anfang und einen mehr oder weniger scharf begrenzten Verlauf haben; langsamer und rascher Tod, je nachdem die Sterbeerscheinungen längere oder kürzere Zeit währen; und plötzlicher Tod, wenn sich diese Erscheinungen nur auf einen äußerst kurzen Zeitraum, auf einige Secunden oder Minuten beschränken. Der plötzliche Tod kann noch ein unvermutheter sein, wenn demselben kein oder doch nur ein geringes Kranksein vorherging. Der Tod ist ein plötzlicher durch den Mangel des letztern, ein unvermutheter durch das Fehlen früherer, gefahrdrohender Anzeichen.

**Sterbe- und Agonie-Erscheinungen.** Sie bestehen in Zeichen beginnender und vorschreitender Lähmung des Nerven- und Muskelsystems, vermischt mit den der Krankheit eigenthümlichen Symptomen. Gewöhnlich sterben die verschiedenen Apparate in einer bestimmten, ziemlich regelmäßigen Folge nach einander. Der Verlust der Muskelspannung erzeugt das hängende, lange, eingefallene, sogen. hippokratische Gesicht (lebloses, eingesunkenes, halb geschlossenes Auge; spitze, schmale Nase mit eingesunkenen Flügeln; Wangen und Mundgegend schlaff, runzelig; Mund halb geöffnet, Kinn spitz; zitternde, kraftlose Bewegungen, zitternde, schwache Sprache, Sehnenhüpfen), Herab- und Zusammensinken des ganzen Körpers; oberflächliche, schwache, langsame und mühevolle, endlich aussetzende Respiration (mit Röcheln, Sterberasseln); Lähmung der Speiseröhre (Getränk rollt mit kollerndem Geräusche in den Magen, feste Stoffe bleiben stecken). Die Herzcontractionen werden immer schwächer und undeutlicher; der Puls wird leer, anfangs sehr häufig, dann aussetzend, fadenförmig; die Schließmuskeln an den natürlichen Oeffnungen erschlaffen (Stuhl und Urin gehen unwillkürlich ab), Kälte und bisweilen kühler, klebriger Schweiß zieht sich von den entfernten Körpertheilen gegen den Rumpf; der Gesichts- und Gehörsinn schwindet; Bewußtsein, Respiration und Circulation hören ganz auf und das Leben erlischt. Um einem Sterbenden die letzten Augenblicke nicht zu erschweren, erinnere man sich bei jeder Aeußerung an einem Sterbebette daran, daß der Gehörsinn sehr spät erlischt.

Mit dem Aufgehörthaben des Stoffwechsels (dem Tode) wird der Mensch zur **Leiche**, zum **Leichnam**, und dieser fällt nach kurzer Zeit der Fäulniß (s. S. 67) anheim, wenn diese nicht durch schnelles Eintrocknen oder fäulnißwidrige Mittel (s. S. 68) verhindert wird. Durch die Fäulniß und Verwesung werden die organischen Substanzen des menschlichen Körpers in unorganische Stoffe (vorzüglich in Kohlensäure, Wasser und Ammoniak) umgewandelt, welche nun zur Ernährung von Pflanzen dienen, nachdem vorher schon Thiere einen Theil der menschlichen Substanz verzehrt hatten. So geht also auch nicht ein Atom des menschlichen Körpers nach seinem Tode verloren, sondern die Stoffe desselben treten in Thier- und Pflanzenkörper über (s. S. 73). — Es beharrt nun aber der Leichnam vor seinem Faulen noch eine Zeit lang in einem Zustande, den man Leichenzustand im engern Sinne des Wortes nennt und der sich durch ganz bestimmte, bald schneller, bald langsamer eintretende Erscheinungen (Leichenerscheinungen) auszeichnet. Zu diesen gehören: der eigenthümliche Leichengeruch und die Leichenblässe, die Todtenkälte und die Todtenstarre (s. S. 138); die Todtenflecke (sie entstehen durch ein Eindringen des Farbstoffes der Blutkörperchen, zunächst in das Blutwasser, dann in die Flüssigkeiten der Gefäßwände, Gewebe und der Haut) und das Abplatten der Körperstellen, wo die Leiche aufliegt. In Folge der Zusammenziehung der Haut treten Haare und

Nägel etwas weiter hervor und diese Verlängerung hielt man früher für ein Wachsen nach dem Tode. Trotz dieser Leichenerscheinungen ist es manchmal doch schwierig, das Gestorbensein durch das bloße Besichtigen des Körpers mit Sicherheit anzugeben, und vom Scheintod zu unterscheiden. Das sicherste Mittel, um Tod und Scheintod von einander zu unterscheiden, besteht in der Behorchung des Herzens vermittelst des Stethoskops (Unhörbarkeit der Herztöne während mehrerer Minuten deutet sicher den Tod an) und in der Anwendung des elektrischen Stromes. Jede Leiche ist gleich nach Eintritt des Todes leicht durch den elektrischen Strom erregbar; man kann an derselben Athembewegungen, sowie ein Heben und Senken der Brust hervorbringen u. s. w. Diese elektrische Erregbarkeit, welche bei einer Leiche $1\frac{1}{2}$—3 Stunden nach dem Tode erlischt, dauert bei Scheintodten fort. Bewirkt der elektrische Strom drei Stunden nach Eintreten des leblosen Zustandes ein Zusammenziehen der Muskeln, so ist dies ein Beweis, daß man es mit einem Scheintodten zu thun hat. Wahrscheinlichkeit für den Tod gewähren: das gebrochene, getrübte und trockene Auge; das Nichtdurchscheinen der gegen das Licht gehaltenen Finger; die völlig erweiterte und gegen das Licht unempfindliche Pupille; das Nichtfließen von Blut aus geöffneten Blut- und Pulsadern; das pergamentartige Eintrocknen der durch starkes Reiben mit kaustischem Salmiakgeist von Oberhaut entblößten Haut. Das untrüglichste Zeichen des Todes ist aber die nach dem Schwinden der Todtenstarre eintretende Fäulniß (mit blaugrüner Färbung und blasiger Auftreibung der Haut, üblem Geruche, Ausfließen mißfarbiger stinkender Flüssigkeit aus Mund und Nase). Verhindert kann die Fäulniß werden durch schnelles Eintrocknen oder durch fäulnißwidrige Mittel. — Die bei der Fäulniß sich bildenden ammoniakalischen Zersetzungsproducte rufen eine Lösung der bei der Todtenstarre geronnenen Eiweißkörper hervor und dadurch löst sich dieselbe.

Das Lebendigbegrabenwordensein Scheintodter dürfte wohl nicht sicher nachgewiesen sein und stets lassen alle als Beweise dafür beigebrachten Thatsachen eine andere Erklärung zu, so die ungewöhnliche Lage im Sarge, Geräusche an der Todtengruft, Verstümmelung der Finger, der scheinbare Haarwuchs, das Geschlossensein des Mundes u. s. w. Wohl giebt es aber einige wenige Fälle, wo Scheintodte kurz vor der Beerdigung wieder erwachten. Einige derselben wollen das Gehör und Bewußtsein in ihrem Scheintod-Zustande behalten haben, so daß sie später noch Erinnerungen an das, was um sie herum vorging, hatten (?). Es sind meist Frauen (Hysterische, Geisteskranke, Cataleptische), welche Tage, selbst 1 bis 2 Wochen lang ganz wie todt dalagen. Am meisten kommt aber der Scheintod bei Neugeborenen, Ertrunkenen und Erhängten vor. Eine gewissenhafte Leichenschau, nicht zu frühes Beerdigen (nicht vor 72 Stunden) und Eintritt der Fäulniß schützen sicher vor dem Lebendigbegrabenwerden.

Jeder Mensch, nachdem er gestorben, sollte (zumal bei Epidemien) in ein Leichenhaus gebracht und dort bis zur Beerdigung sorgfältg überwacht werden. Ein solches Haus sollte für jede Leiche eine hohe, gut ventilirte Zelle enthalten, welche von dem Zimmer der Wächter übersehen werden kann. Des Scheintodes wegen bekommt die Leiche am besten an jeden Finger einen durch Schnüre mit elektrischen Klingelapparaten im Wächterzimmer verbundenen Fingerhut, so daß das leiseste Zeichen von Leben die Wärter herbeiführt. — Die übligе Bestattungsweise der menschlichen Leiche zeigt, wie weit zur Zeit die sogen. civilisirten Völker in der wahren Civilisation noch zurück sind. Denn anstatt die todten Menschenreste so schnell als mög-

lich durch ihre Zersetzung wieder für das Leben von Pflanzen, Thieren und Menschen nutzbar zu machen, bemüht man sich denselben (durch Särge, sogar von Metall u. dgl.) so lange als möglich die menschliche Form zu erhalten. Man begrabe die Leichen wenigstens ohne Sarg (wie dies bereits Joseph II. angeordnet hatte), damit in ihnen die Zerstörung rascher eintreten kann. Werden der Erde allzuviel Fäulnißstoffe zugeführt, wird sie mit denselben übersättigt, wie dies bei der wiederkehrenden Benutzung desselben Erdreichs der Fall ist, dann nimmt die Aufsaugungs- und Absorptionsfähigkeit derselben ab. Die vorher lockere, poröse Erde verwandelt sich in eine schwarze, feste, verfettete Masse, durch welche die Luft nicht mehr in genügender Menge eindringen kann. Die Folge davon ist, daß an die Stelle der Verwesung ein Fäulnißproceß tritt, dessen Producte ekelhafter und gesundheitsschädlicher Natur sind. Diese schädlichen Leichenzersetzungsproducte werden dem Grundwasser, welches uns das Trinkwasser liefert, zugeführt. Um eine derartige Veränderung des Erdreichs zu verhüten, den Verwesungsproceß zu beschleunigen und der Verunreinigung des die Begräbnißstätten durchrieselnden Wassers vorzubeugen, hat man angerathen, die Sohle des Grabes mit gebranntem Kalk zu bedecken und dasselbe Material bei der Zufüllung des Grabes anfänglich zu verwenden. Dabei empfiehlt man, die Seitenwände des Sarges durchbrochen herzustellen. In großen Städten, nach großen Schlachten und bei Epidemien ist die Leichenverbrennung (d. h. durch Feuer und Flamme, denn das Verwesen ist auch eine, aber ganz langsame Verbrennung ohne Flamme) die geeignetste und für die Gesundheit der Lebenden unschädlichste Art der Leichenbestattung.

Leichen, die transportirt werden sollen, sind mit Carbolsäurelösung (5 Theile reiner krystallisirter Carbolsäure auf 100 Theile Wasser) zu besprengen und in Tücher zu wickeln, welche mit Chlorkalklösung getränkt sind. Womöglich ist die Bauchhöhle, wenn auch nur wenig zu öffnen, und fester Chlorkalk hineinzubringen. Sollen Leichen einen langen Transport überstehen, so sind die Blutgefäße mit einer Lösung von schwefelsaurer Thonerde, Sublimat oder Carbolsäure zu injiciren, die Leibeshöhle mit Carbolsäure auszuwaschen und mit aromatischen Kräutern, Chlorkalk oder frisch ausgeglühter Holzkohle auszufüllen (d. i. einzubalsamiren).

III. Abtheilung.

# Gesundheitslehre (Diätetik, Hygieine).

---

## Pflege des gesunden Körpers.

---

# Pflege des gesunden Menschen.

„Es ist nicht zufällig, was uns überall in der Geschichte der menschlichen Cultur entgegentritt, daß gerade diejenigen Völker, welche einen sehr fördernden und mächtigen Einfluß auf das Ganze ausgeübt haben, immer auch auf die Gesundheit sorgsam geachtet haben. Es ist ein Wahrzeichen aller Culturnationen, daß sie mit klarem Bewußtsein Einrichtungen zur Erhaltung und Stärkung der Gesundheit Aller treffen, daß sie nicht wie das Thier nur um sich selbst und etwa eine kurze Zeit auch noch um die eigenen Jungen sich kümmern. Man könnte die Thätigkeit eines Volkes in gesundheitlicher oder hygieinischer Rücksicht geradezu als einen Maßstab überhaupt für die Größe seiner Fähigkeiten gebrauchen, in der Culturgeschichte eine Rolle zu spielen, als einen Maßstab so zu sagen dafür, wie viel gesunder Sinn auch sonst ihm innewohnt."

Pettenkofer.

Krankheiten verhüten ist leichter als Krankheiten heilen. Natürlich muß man, um das Erkranken verhüten und die Erhaltung und Förderung des Wohlbefindens gehörig unterstützen zu können, die Bedingungen des Gesundseins und Gesundbleibens genau kennen. Man muß sich deshalb, gestützt auf die Kenntniß des Baues und der Thätigkeit unserer Körperorgane mit den aus der Natur des Menschen hervorgehenden Bedürfnissen und mit dem Einflusse bekannt machen, welche ebensowohl die Außenwelt, wie die im menschlichen Organismus selbst auftretenden Thätigkeiten auf sein Befinden äußern. Wir müssen nach den Regeln der Gesundheitslehre, mit welchen die Schule Jeden bekannt zu machen hat*), unsere Lebensweise so einzurichten verstehen, daß unser Organismus so viel wie möglich vor Schädlichkeiten geschützt bleibt; wir müssen unsern gesunden Körper richtig zu pflegen verstehen. Ja es lassen sich manche der angeborenen und erworbenen Krankheitsanlagen durch richtige, vernunftgemäße Lebens-

*) Zu diesem Zwecke hat Professor Bock nach vorheriger Begutachtung durch Schulmänner das in 14. Auflage erschienene Schulbuch: Bau, Leben und Pflege des menschlichen Körpers in Wort und Bild (Preis 60 Pf., Leipzig, Ernst Keil) herausgegeben und billige plastische anthropologische Lehrmittel für Schulen von Gyps und mit Oelfarbe naturgetreu gemalt (bei F. und G. Steger, Bildhauer in Leipzig) herstellen lassen.

weise vermindern und sogar ganz aufheben. Zu diesem Zwecke ist zuvörderst eine genaue Kenntniß der überhaupt zum Leben unentbehrlichen Bedürfnisse, wie: Luft, Wasser, Nahrung, Licht und Wärme, sowie der übrigen den Stoffwechsel unterhaltenden Bedingungen nöthig. Sodann ist das Augenmerk aber auch noch auf den gut oder schlecht auf unsern Organismus einwirkenden Einfluß der Außenwelt (wie Klima, Boden, Witterung, Wohnung, Kleidung und Beschäftigung) zu richten. — Da nun aber nachgewiesen ist, daß Mangel an Nothwendigem und Unreinlichkeit von großem Einfluß auf den Gesundheitszustand sind (bei jeder Epidemie erkranken mehr Arme wie Reiche), so ist es nicht nur eine Forderung der Humanität, sondern es liegt auch im eigenen Interesse der Bemittelten einer Gemeinde, daß sie durch Ausübung einer vernünftigen Wohlthätigkeit (z. B. durch Errichtung von gesunden und billigen Arbeiterwohnungen, Volksküchen und Volksbädern) den Armen die Mittel zu einem gesunden Leben gewähren und das Volk durch Wort und Schrift mit den Grundsätzen und Lehren der Gesundheitspflege genügend vertraut machen.

„Jeder Einzelne sowohl als jede Bevölkerung und Gesellschaft", sagt Oesterlen in seinem Handbuche der Hygieine, „haben es in ihrer Gewalt, jenes so wichtige Ziel der Menschen, Gesundheit und Gesundbleiben, Wohlfahrt an Körper und Geist, langes Leben zu erreichen, sobald sie nur alle Bedingungen derselben kennen lernen und mit gehöriger Consequenz und Energie erfüllen wollen. Denn ein Erkranken, wie ein früher Tod ist nicht sowohl, oder doch verhältnißmäßig sehr selten, ein von Anbeginn unvermeidliches Schicksal, als vielmehr gewöhnlich, ja fast immer, hervorgegangen aus der mangelhaften Erfüllung jener Bedingungen der Gesundheit, hervorgegangen aus einer Verletzung der Gesetze, nach denen Alles in unserm Organismus vor sich geht oder aus einem Verkennen jener, nach denen die Außenwelt auf denselben wirkt. — Es ist deshalb Pflicht der Selbsterhaltung für den Einzelnen sowohl als für eine ganze Bevölkerung, für Gemeinden, Behörden u. s. f., allen jenen Bedingungen der Gesundheit und Wohlfahrt, welche uns die Wissenschaft lehrt, nach Kräften und mit Consequenz nachzukommen. Wir müssen uns gewöhnen, und von Jugend auf sollten schon Kinder daran gewöhnt werden, statt auf Hülfe anderswoher oder gar auf Glück und Zufall zu bauen, vielmehr selbst überall Hand anzulegen".

Aber nicht blos für die lebenden, sondern auch für die zukünftigen Generationen ist eine genaue Befolgung der hygieinischen Grundregeln von weittragender Bedeutung. „Da sich ein Theil der Gesundheit", sagt Pettenkofer, „ebensowohl wie ein Theil der Krankheit von den Eltern auf die Kinder vererbt, so erhellt von selbst der Werth eines nach den Regeln der Hygieine geordneten Lebens nicht blos für das Individuum, sondern auch für seine Nachkommen und ganze Generationen, und dadurch für die allmähliche Verbesserung der Rasse".

Die Grundlage der Gesundheitslehre ist Kenntniß derjenigen Bedingungen, welche den Stoffwechsel (s. S. 87, 198) zu unterhalten im Stande sind, denn so lange der Stoffwechsel innerhalb unseres Körpers im Gange ist, erfreuen wir uns des Lebens; mit seinem Aufhören tritt der Tod ein; geht der Stoffwechsel in der gehörigen Ordnung vor sich, dann sind wir im Besitz der Gesundheit;

Unordnungen in demselben bedingen dagegen Krankheiten, und kommt bei diesen der Stoffwechsel nicht wieder in die frühere Ordnung, so bleiben zeitlebens als Folge der Krankheit sogen. organische Fehler zurück. Es ist sonach das Hauptgesetz für jeden Menschen, der leben und gesund bleiben will: den Stoffwechsel in seinem Körper im gehörigen Gange und in geregelter Ordnung zu erhalten. — Der Stoffwechsel, welcher, wie der Name schon andeutet, in einem ununterbrochenen Wechsel der Materien unseres Körpers, in einem steten Verjüngen und Absterben (Mausern) der Körpersubstanz besteht, kommt nun aber nur unter ganz bestimmten Bedingungen (sogen. Lebensbedingungen) zu Stande und die Mittel dazu, die sogen. **Lebensmittel**, sind: Wasser, Nahrungsmittel, Luft, Wärme, Licht und höchstwahrscheinlich auch Elektricität. Wie sich die dem Stoffwechsel dienenden Processe an einander reihen, wurde schon oben (S. 197) ausführlich besprochen.

Gesundheit (d. i. das richtige Vorsichgehen des Stoffwechsels) kann nur mit Hülfe passender Nahrung, richtiger Blutbildung und Circulation, normaler Durchdringlichkeit der Haargefäßwände, zweckdienlicher Ernährungsflüssigkeit und regelmäßiger Neubildung und Mauserung der Gewebsbestandtheile (durch hinreichende Ruhe mit dem gehörigen Thätigsein wechselnd) erreicht werden. — Krankheit (d. i. das falsche Vorsichgehen des Stoffwechsels) kann hiernach ihren Grund haben: in unpassender Nahrung, in gestörter Blutbildung und Circulation, veränderter Durchdringlichkeit der Haargefäßwände, falsch gebildeter Ernährungsflüssigkeit (nicht blos in Folge eines veränderten Blutes und einer Veränderung der Haargefäßwände, sondern auch in Folge verminderter Wegfuhr der Lymphe und der Mauserstoffe aus den Geweben) und in unzweckmäßigem Gebrauchen und Ruhen eines Theiles. — Eine falsche Beschaffenheit des ganzen Blutes muß natürlich auch die Ernährungsflüssigkeit und sonach den Stoffwechsel im ganzen Körper verändern und wird deshalb eine allgemeine Krankheit genannt, während alle übrigen Krankheiten örtliche sind. Daß die Heilung von Krankheiten stets darauf gerichtet sein muß, den in Unordnung gerathenen Stoffwechsel wieder in Ordnung zu bringen, versteht sich wohl von selbst; ob dies aber durch Arzneimittel, oder durch natürliche (physiologische) Hülfsmittel, wie: Luft, Wasser, Nahrung, Licht, Wärme und Kälte, Ruhe und Bewegungen u. s. w., zu erreichen ist, soll später eingehend erörtert werden.

Fassen wir nun die Hauptregeln, welche man, um gesund zu bleiben, beobachten muß, kurz zusammen, so sind es, natürlich abgesehen von Vermeidung der Aufnahme schädlicher Stoffe von außen, folgende:

1) **Man strebe nach der gehörigen Menge guten Blutes** durch ausreichende Zufuhr passender Nahrung und der gehörigen

Menge Sauerstoffs, sowie durch Ausscheidung der unbrauchbaren Blutbestandtheile.

2) **Man erhalte den Blutlauf in ordentlicher Thätigkeit**, damit das Blut an die Stellen gelangt, wo es gute oder schlechte Stoffe abgeben und zum Leben Nöthiges aufnehmen soll.

3) **Man unterstütze die Neubildung und Mauserung der Gewebe** durch zweckmäßiges abwechselndes Thätigsein und Ruhen derselben.

## I. Neubildung des Blutes.

Das Blut (s. S. 203) verlangt, wenn es in der gehörigen Menge vorhanden sein und die richtige Ernährungsfähigkeit besitzen soll: die fortwährende Zufuhr einer hinreichenden Menge von Nahrungsstoffen und von Sauerstoff (d. i. die Neubildung). Erstere Stoffe erhält es durch den Verdauungsapparat aus den genossenen Nahrungsmitteln; der letztere Stoff gelangt durch das Athmen aus den Lungen in's Blut. — Die richtige Neubildung des Blutes wird am häufigsten dadurch verhindert, daß zu wenig oder unzweckmäßig gemischte Nahrungsstoffe (zumal von Armen) in dasselbe hinein geschafft werden, und daß auf das Athmen reiner Luft zu wenig Rücksicht genommen wird.

Die Nahrungsaufnahme, an welche die Fortdauer des Lebens geknüpft ist, wird durch gewisse, noch nicht hinreichend erklärte, eigenthümliche Empfindungen angeregt, durch „Hunger und Durst", welche das Bedürfniß des Organismus nach festen und flüssigen Nahrungsstoffen anzeigen. Das Nahrungsbedürfniß ist aber abhängig von dem Betrage des zu deckenden Verlustes und zwar nicht nur an Gewebsbestandtheilen, welche beim Stoffwechsel verloren gehen, sondern auch von der Menge organischer Substanzen, die bei der Arbeitsleistung zerstört (oxydirt) werden. Auch der Wärmeverlust, welchen der Körper durch Abkühlung erleidet, hat insofern Einfluß auf das Nahrungsbedürfniß, als der Stoffwechsel die Quelle der Eigenwärme und als der Stoffverbrauch um so größer, je reger derselbe ist. Im Winter und in kälteren Klimaten, wo die Abkühlung des Körpers schneller vor sich geht, muß der Wärmeverlust rascher gedeckt werden und deshalb ist das Nahrungsbedürfniß größer; Kälte verlangt ebenso wie körperliche Anstrengung ein größeres Maß von Nahrung.

Hunger und Durst, welche den Menschen veranlassen Speise und Trank zu sich zu nehmen und, wie alle anderen Empfindungen, nur dann wahrgenommen werden, wenn im Gehirne Bewußtsein vorhanden ist, erzeugen in gewissen Theilen des Verdauungsapparates mehr oder minder unangenehme

Empfindungen. Den Hunger spürt man vorzugsweise im Magen und den Durst in der Kehle. Daß die Entstehung des Hungers zunächst auf einem bestimmten Zustande des Magens beruht, sieht man daraus, daß derselbe augenblicklich durch Aufnahme fester, unverdaulicher Stoffe (Steine) in den Magen gestillt und daß er durch Krankheiten des Magens unregelmäßig wird. Da nun aber die Füllung des Magens mit unverdaulichen Stoffen das Gefühl des Hungers nicht auf längere Zeit zu stillen vermag, so ergiebt sich, daß der Hunger nicht von der Leere des Magens allein, sondern auch noch vom Allgemeinzustande, dem Bedürfniß des Körpers nach Nahrungsstoffen und sonach von dem Verbrauche von Körperbestandtheilen abhängig ist. Die örtliche Hungerempfindung ist anfänglich auf den Magen beschränkt und besteht in drückenden, nagenden Gefühlen mit Bewegungen und Zusammenziehung des Magens, Uebelkeit, Gasanhäufung und endlich Magenschmerzen. Wahrscheinlich werden diese Empfindungen durch die mangelnde Blutzufuhr zum leeren Magen bedingt, denn jede stärkere Anfüllung der Magengefäße mit Blut unterdrückt das Hungergefühl. Alles, was die Blutmenge des Körpers überhaupt vermindert, erzeugt normal auch Hunger, wie: Muskelanstrengung, Stoffverluste (Milch-, Samen- und Eiterverluste), Wachsthum, Reconvalescenz. Bei hohem Grade von Hunger betheiligen sich auch die Empfindungsnerven des Dünn- und Dickdarmes mit an dem Hungergefühle; ja sie scheinen auch für sich allein Hunger empfinden zu können, denn wenn bei Füllung des Magens der Austritt des Mageninhaltes verhindert ist, entstehen doch Hungerempfindungen. Das Hungergefühl scheint vom Vagus (10. Hirnnerv, siehe S. 177) angeregt zu werden, jedoch hebt Durchschneidung dieses Nerven die **Freßlust bei Thieren nicht auf.**

Ein Theil des Hungergefühls ist ein psychischer Vorgang. So verschwindet der Hunger rascher wieder, wenn er nicht zur gewohnten Zeit gestillt wird. Alle intensive geistige Beschäftigung und Gemüthserregung unterdrückt den Hunger. Bewußtlose, Blödsinnige, Geisteskranke würden oft verhungern, wenn man sie nicht zum Essen zwänge. — Bei längerem Hunger stellt sich bald immer mehr zunehmende Kraftlosigkeit und Abmagerung mit Spärlicherwerden der Absonderungen ein, endlich Fieber und Irrereden. Gesunde Menschen ertragen Hunger und Durst gewöhnlich nicht viel länger als eine Woche, selten mehr als zwei Wochen; Kranke (vorzüglich Rückenmarksleidende) und besonders Irre können viel länger hungern, oder bestehen doch bei äußerst wenig Nahrung. Bei Wassergenuß kann der Hunger länger (50 und mehr Tage) ertragen werden. Daß bei Hungernden das Bedürfniß nach Getränken geringer wird, liegt darin, daß durch Hunger die Gewebe und das Blut wasserreicher werden. Erwachsene beläftigt das Hungern weniger wie Kinder und alte Leute; kräftige Frauen können es leichter als Männer ertragen. Monate oder Jahre langes Fasten ist Betrug. — Mit dem Durste verhält es sich wie mit dem Hunger; auch er ist anfangs rein örtlich; er ist an die Mund- und Rachenhöhle geknüpft und die hier befindlichen sensiblen oder Durstnerven können vom Vagus, Zungenschlundkopfnerv und Dreigetheilten stammen. Der Durst erzeugt Empfindung von Trockenheit, Rauhheit und Brennen im weichen Gaumen, an der Zungenwurzel und im Schlundkopfe, wodurch diese Theile rauher werden und die Zunge am Gaumen klebt. Befeuchtung dieser Parthien stillt auf einige Zeit den Durst; später muß aber das allgemeine Bedürfniß nach Wasser gestillt werden. Denn der letzte Grund der Erregung der Durstnerven beruht im Wassermangel und Alles, was den Wasserverlust des Blutes erhöht oder erniedrigt, vermehrt oder vermindert den Durst. Er zeigt sich deshalb stärker bei Hitze (im Sommer und Fieber), raschen Bewegungen, reichlichem Genuß von Salzen. Verdünnte Säuren (Essigsäure, Citronensäure) wirken dadurch Durst löschend, daß sie die Wasserausfuhr

beschränken. Directe Einführung (Einspritzung) von Wasser in's Blut stillt den Durst.

Der Hunger steigt und fällt im gesunden Zustande mit dem Bedürfnisse des Organismus nach festen Nahrungsstoffen und sonach mit dem Verbrauche von Körperbestandtheilen. Das Kind, welches wachsen soll, der Arbeiter, welcher bei seiner Arbeit stets Blut und Körpersubstanz verarbeitet, der Kranke, welcher zur Gesundheit zurückkehrt, der Wanderer und Jeder, der stärkere Bewegungen vornimmt, sie alle hungern öfter und mehr als alte, kränkliche und träge Personen. Männer hungern im Durchschnitt stärker als Frauen, Sanguiniker mehr als Phlegmatiker. Künstliche Reizmittel, wie Gewürze und weingeistige Getränke können den Hunger vergrößern; werden sie aber zu oft und in zu starker Gabe gebraucht, dann stumpfen sie die Empfindlichkeit der Magennerven ab und mindern den Hunger. Der Branntweintrinker verliert seinen Appetit um so mehr, je mehr er sich der Trunkenheit ergiebt. Auch rufen Störungen des Magens und Gehirns, sowie überhaupt alle heftigeren, mit Nervenverstimmung verbundenen Krankheitszustände gewöhnlich Veränderung im Appetite hervor. — Die Gewohnheit beherrscht übrigens die Hungerempfindung in bedeutendem Grade, denn man kann sich nicht blos an eine bestimmte Zeit, zu welcher der Hunger eintritt, gewöhnen, sondern er läßt sich auch durch Vielessen so verstärken, daß man dann mehr Nahrungsstoffe zu sich nimmt, als der Körper nöthig hat. — Appetitlosigkeit begleitet nicht nur die meisten Magenaffectionen, sondern fast alle bedeutenderen Krankheitszustände. Die naturwidrige Erhöhung des Hungers (Wolfshunger) läßt sich, ebenso wie der Heißhunger (eine plötzlich eintretende heftige Eßlust, deren Nichtbefriedigung Uebelkeit, Schwäche und selbst Ohnmacht erzeugt) oder der Appetit nach besonderen Speisen oder nach Dingen, die sich gar nicht zum Genusse eignen (Gelüste, die besonders bei bleichsüchtigen Mädchen und Schwangern vorkommen), zur Zeit noch nicht erklären. Man pflegt diese widernatürlichen Hungerarten als Verstimmungen der Hungernerven zu bezeichnen und entweder von Magen-, Hirn- oder Nervenaffectionen abzuleiten. — Durstsucht (enormer, fast unlöschbarer Durst) ist eine Erscheinung von Krankheit, namentlich der Zuckerruhr; Trinkscheu kommt bei tetanischen (Starr-) Krämpfen, bei Hundswuth und Wasserscheu vor.

Dem Nahrungsbegehren steht das Gefühl der Sättigung und zuletzt das des Ekels, des Abscheues vor Nahrungsaufnahme, verbunden mit Erbrechen entgegen. Das Gefühl der Sättigung ist theils ein lokales (Gefühl von Vollsein), theils ein allgemeines (Sättigungsgefühl mit Wohlbehagen) und mit demselben hört das Verlangen nach Nahrungsaufnahme auf. Bei Uebersättigung, mit Magendrücken und allgemeinem Unbehagen, erregt schon die Erinnerung an Speisen, der Geruch und der Anblick derselben, das Ekelgefühl und selbst Brechen. Es scheint, daß das Gefühl des Ekels in einer Ueberreizung der Magennerven durch übermäßige Blutzufuhr beruht. Auch durch Reflex kann es erzeugt werden, wie durch gewisse Gerüche, Geschmäcke, Anblicke. Nur die Begierde bei sehr heftigem Hunger bewirkt, daß der Ekel überwunden und sonst ekelhaft Erscheinendes verzehrt wird.

## A. Ernährung.

### Was versteht man unter Nahrungsstoff, Nahrungsmittel, Genußmittel, Nahrung und Speisen?

So lange das Leben besteht, d. h. so lange sich im thierischen und menschlichen Organismus jenes fortwährende „Neubilden" und

„Absterben" vollzieht, welches als „Stoffwechsel" bezeichnet wird, so lange scheidet der Körper fortwährend beträchtliche Mengen wägbarer Stoffe (unorganische Salze, Wasser, Kohlensäure und stickstoffhaltige Zersetzungsproducte) aus, die, soll der Körper in seinem Bestande erhalten bleiben, durch Aufnahme von Nahrung wieder ersetzt werden müssen. Das Wasser und die unorganischen Salze verlassen bei diesem Stoffwechsel den Körper unverändert in der Form, in welcher sie aufgenommen wurden, während die organischen Stoffe (Eiweißkörper, Albuminoide und Fette), wenn sie im Körper ausgedient haben und diesen wieder verlassen, beträchtliche Veränderungen darbieten.

Neben der Nahrung, die der Mensch aufnimmt, gelangt bekanntlich durch die Athmung noch ein Stoff, der Sauerstoff oder die Lebensluft (s. S. 33), in den Körper, der für die Fortdauer des Lebens so unentbehrlich wie für das Brennen einer Flamme ist. Der eingeathmete Sauerstoff zersetzt nämlich fortwährend, wie früher ausführlich erörtert wurde (s. S. 72 und 200), die organischen Körperbestandtheile, verbindet sich mit ihren chemischen Elementarbestandtheilen (Grundstoffen) und verläßt den Körper in Form dieser chemisch sehr einfachen Sauerstoffverbindungen (Kohlensäure, Wasser, Harnstoff, Harnsäure u. a.). Diese Verbindung des Sauerstoffs mit anderen chemischen Elementen, welche als Oxydation oder Verbrennung bezeichnet wird (s. S. 33), ist stets mit Wärmebildung verbunden. Das Leben ist also an eine fortwährende Verbrennung der organischen Körperbestandtheile gebunden und die Eigenwärme des Organismus ist die Verbrennungswärme, die bei dieser Oxydation entsteht.

Die Oxydation der organischen Körperbestandtheile dient aber nicht nur zur Erzeugung der Körperwärme, sie ist auch die Kraftquelle für die willkürlichen und unwillkürlichen Bewegungen (mechanischen Leistungen) unseres Körpers. Wie die in der Dampfmaschine durch Verbrennung von Kohle erzeugte Wärme mechanische Leistungen verrichtet, so läßt sich auch alle Arbeit, welche die Muskeln des Körpers leisten, auf die Wärme zurückführen, die bei der Verbrennung oder Oxydation der organischen Körperbestandtheile entsteht. Das Gesetz von der Erhaltung der Kraft (s. S. 91) hat auch für den thierischen Organismus seine volle und unumstößliche Gültigkeit. Alle lebendige Kraft (Bewegung), die der menschliche und thierische Körper in irgend einer Form erzeugt, geht aus bereits vorhandener Kraft (Spannkraft, s. S. 91) hervor; mit anderen Worten: wie in der ganzen Natur, so ist auch im Organismus jede Kraftentwickelung nur eine Kraftumsetzung.

Die Bedeutung der Nahrungsaufnahme ist demnach eine ähnliche, wie die des Brennmaterials bei einer Dampfmaschine. Diese bedarf, wie der thierische Körper, einer regelmäßigen Zufuhr von Luft, Wasser,

Brennstoffen und Material zum Ersatz abgenutzter Maschinentheile und giebt ab: Wasserdampf, Kohlensäure, nebst Producten unvollständiger Verbrennung, sowie Asche, Schlacken und abgenutzte Maschinenbestandtheile. Im Gegensatz zur Dampfmaschine ist der Organismus aber selber zugleich Heizer und Maschinist und während bei der Dampfmaschine der Ersatz der abgenutzten Maschinentheile nur während ihres Stillstandes und durch fremde Thätigkeit erfolgt, reparirt sich der Organismus immerfort selbst und der Ersatz der verbrauchten Theile verlangt keinen Stillstand seines Ganges. Bei den Dampfmaschinen wird nur ein Theil ($^1/_{12}$) der Spannkraft der Kohle als Arbeit der Maschine gewonnen, die übrige Kräftesumme, die bei der Verbrennung der Kohle frei wird, geht als Wärme, Elektricität und innere Reibung für die äußere Arbeit verloren. Im thierischen Organismus werden dagegen die Spannkräfte weit vollkommener ausgenutzt. Für seine mechanische Leistung vermag der Körper $^1/_3$ der producirten Wärme (Spannkraft) zu verwerthen und die neben dieser äußeren Arbeit entstehenden Kraftformen der Elektricität, der Wärme und inneren Arbeit haben für den Haushalt des Organismus eine nicht geringere Bedeutung als die äußere Arbeitsleistung. Die menschliche und thierische Kraftmaschine übertrifft also an Vollkommenheit unsere Dampfmaschinen, doch beruhen ihre Leistungen auf gleichen Bedingungen, auf der Ueberführung der Spannkraft in lebendige Kraft. Die Verbrennung der Stoffe vermittelt im menschlichen Körper so gut wie in der Dampfmaschine die Erzeugung von Wärme und Kraft und die Bewegung und Wärme hängt von der beständigen Zufuhr neuer Nahrung (neuen Brennmaterials) ab.

Die Aufgabe der Nahrung besteht also nicht nur darin, den fortwährenden Verlust, welchen der Körper durch die Ausscheidung von unveränderten unorganischen Stoffen (Wasser und Salzen) und die Verbrennung von organischen Stoffen erleidet, durch die Zufuhr neuen zum Aufbau und zur Erneuerung der Organe tauglichen Materials wieder zu ersetzen, sondern auch Material (Spannkräfte) zur Erzeugung der thierischen Wärme und der mechanischen Leistung (Arbeit) zu liefern. Sie hat ferner bei noch nicht vollkommen entwickeltem Körper (jugendlicher Organismus) und mitunter auch beim Erwachsenen, wenn ein gesteigerter Organansatz wünschenswerth erscheint, die weitere Aufgabe, die Masse der Körperorgane zu vermehren.

Wie bereits früher hervorgehoben wurde, geht dem thierischen Organismus durchweg das Vermögen ab, sich, wie die Pflanze, die Bestandtheile seines Körpers aus den Elementen und einfachen chemischen Verbindungen selbst zu bereiten (s. S. 71); es müssen ihm vielmehr im Allgemeinen schon die zusammengesetzten chemischen Verbindungen zugeführt werden, aus welchen seine Organe aufgebaut sind.

Die 15 Grundstoffe oder chemischen Elemente, welche den Körper zusammensetzen (s. S. 33), bilden folgende Gruppen: Mineralsalze, Wasser, (stickstoffhaltige) Eiweißkörper, (stickstofflose) Fette und Kohlenhydrate. Die Albuminoide (Schleimstoff, Hornstoff, leimgebende und chondrigene Substanz [s. S. 59]), welche sich ebenfalls an der Zusammensetzung des Körpers betheiligen, brauchen nicht als solche zugeführt zu werden, weil sie im Organismus selbst durch Oxydation aus den Eiweißstoffen entstehen. Auch die im Körper vorkommenden organischen Säuren können im Organismus gebildet werden.

An den Aufgaben, welche die Nahrung zu erfüllen hat, betheiligen sich die verschiedenen Nahrungsstoffe in sehr verschiedener Weise. Der Aufbau und die Erhaltung der Organe wird, abgesehen von dem Wasser, welches etwa 58 Procent des Körpers bildet, vorzugsweise von den stickstoffhaltigen Eiweißstoffen besorgt, obgleich sich auch die stickstofffreien Stoffe (Fette und Kohlenhydrate), wenn auch in geringerem Grade, am Organaufbau betheiligen. An der Erzeugung von lebendigen Kräften (Wärme, Elektricität und mechanische Leistung) betheiligen sich alle organischen Stoffe (Eiweißkörper, Fette, Kohlenhydrate und organische Säuren) je nach der Summe der in ihnen enthaltenen, bei der Zersetzung im Körper freiwerdenden Spannkräfte. Die stickstofffreien Stoffe, welche beim Organaufbau eine untergeordnete Rolle spielen, besitzen dagegen die größte Summe von verwendbarer Spannkraft und betheiligen sich daher vorwiegend an der Erzeugung von lebendigen Kräften. Die Organbildung ist also die Hauptfunction der Eiweißstoffe, die Krafterzeugung diejenige der Fette und Kohlenhydrate, aber in untergeordneter Weise betheiligen sich auch die Eiweißstoffe an der Krafterzeugung und die Fette und Kohlenhydrate an der Organbildung.

Nach diesen Erörterungen läßt sich auf die Frage *was ist ein Nahrungsstoff*, erwiedern, daß alle Stoffe, welche sich entweder an dem normalen Organaufbau betheiligen oder welche Spannkräfte enthalten, die der Organismus zur Erzeugung von lebendigen Kräften benutzen kann, als *Nahrungsstoffe* zu bezeichnen sind.

Unter diesen beiden Gesichtspunkten lassen sich alle organischen und unorganischen Nährstoffe vereinigen. Der Sauerstoff, als wesentliche Ursache der Befreiung der Spannkräfte der oxydirten Körperstoffe, das Wasser, ohne welches eine chemische Action überhaupt nicht eintritt, die unorganischen Salze, welche wesentlich an der Flüssigkeitsströmung im Organismus mitarbeiten, und welche sich zum Theil in sehr erheblicher Weise, wie z. B. bei den Knochen am Organbau betheiligen und auf die chemischen Vorgänge in den Geweben und Flüssigkeiten wesentlich bedingend einwirken, fallen sonach ebensowohl unter den Begriff der Nahrungsstoffe, wie die organischen Nährsubstanzen, die man früher fast ausschließlich darunter verstand.

Sieht man von den Kräftewirkungen der Nahrungsstoffe ab, d. h. davon, ob sie Wärme und mechanische Kraft liefern, oder die Befreiung von Spannkräften im Organismus ermöglichen und faßt man ausschließlich nur ihren Werth für die Ernährung, d. h. für die stoffliche Erhaltung des Körpers in's Auge, so kann man kurz jeden Stoff, der im Stande ist, einen zur Zusammensetzung des Körpers nothwendigen Stoff zum Ansatz zu bringen oder dessen Abgabe zu verhüten oder zu vermindern, als Nahrungsstoff bezeichnen.

Betrachtet man nun weiterhin die stoffliche Bedeutung der einzelnen Nahrungsstoffe für den Thierkörper, so haben sie im Allgemeinen die Aufgabe zu erfüllen, den Bestand des Körpers an Eiweiß, Fett, Wasser und Aschebestandtheilen (Mineralsalze) zu erhalten oder in gewisser Beziehung zu modificiren; alle anderen Stoffe des Organismus sind nur Abkömmlinge der genannten Stoffe bei der Zersetzung, oder dienen, wie z. B. der Sauerstoff, zur weiteren Verarbeitung im Körper und zur Hervorbringung gewisser mechanischer Leistungen.

Diesen Effect üben nun die Nahrungsstoffe in zweierlei Weise aus. Entweder wird aus einem Nahrungsstoff direct ein Stoff des Körpers gebildet, oder es schützt ein Nahrungsstoff einen Stoff des Körpers vor der Zersetzung und Ausscheidung und zwar nur theilweise, oder auch ganz, weil er an seiner Stelle zersetzt wird. So muß z. B. zur Erhaltung oder Ablagerung des Eiweißes am Körper unter allen Umständen Eiweiß genossen werden; aber die Zufuhr von Leim, Stärke, Zucker und Fett, welche, ohne daß aus ihnen Eiweiß wird, den Verbrauch des Eiweißes etwas geringer machen, schützen das Eiweiß theilweise vor Zersetzung. Zur Ablagerung und Erhaltung des Fettes am Körper dient das in der Kost zugeführte oder das bei dem Zerfalle des Eiweißes im Körper entstehende Fett. Andere Stoffe, wie namentlich die Kohlenhydrate (Stärkemehl, Dextrin, Zucker ꝛc.), erhalten nur den Bestand an Fett, oder ersparen dasselbe, indem sie leichter als dieses zerlegt werden. Die Kohlenhydrate sind für das Körperfett völlig schützende Nahrungsstoffe, aber es wird aus ihnen kein Fett. Das Wasser und die Mineralsalze können durch keine anderen Nahrungsstoffe ersetzt werden.

Die einfachen Nahrungsstoffe: Wasser, Aschebestandtheile (unorganische Salze), Eiweiß, Leim, Kohlenhydrate, Fette, werden aber nur in seltenen Fällen (z. B. Zucker, Kochsalz, reines Fett ꝛc.) rein und unvermischt in den Körper eingeführt. Wir setzen vielmehr meistens unsere Nahrung aus einfachen Nahrungsstoffen und gewissen natürlichen aus dem Thier- und Pflanzenreiche stammenden Verbindungen zusammen — z. B. Fleisch, welches neben Eiweiß stets Fett, leimgebende Substanzen, Wasser und Salze enthält; das aus Eiweiß, Stärkemehl und Salzen bestehende Brod; Vegetabilien, welche

neben den Kohlenhydraten auch Eiweiß, Fett, Wasser und Salze enthalten — in welchen sich die verschiedenen einfachen Nahrungsstoffe in den verschiedensten Verhältnissen befinden. Eine derartige Mischung von verschiedenen Nahrungsstoffen wird ein *Nahrungsmittel* genannt.

Es genügt nun aber nicht, daß eine Nahrung die verschiedenen Nahrungsstoffe in genügender Menge enthält, die einzelnen Bestandtheile der Nahrung müssen darin auch *in einer Form enthalten sein, in welcher sie im Verdauungsapparat von den Verdauungssäften gelöst und von dem Darme aufgesaugt oder resorbirt*, d. h. *in Blutbestandtheile umgewandelt werden können*. Die Nahrungsmittel dürfen daher namentlich nicht von unlöslichen oder undurchdringlichen Hüllen umgeben sein. Zur Verdauung jeder Nahrung ist ein bestimmter Kraftaufwand erforderlich; die Kraftsumme, welche die Verdauungsarbeit verbraucht, ist bei den verschiedenen Nahrungsstoffen eine verschiedene. Je nachdem die Verdauung eines Nahrungsmittels eine größere oder kleinere Arbeit kostet, mehr oder weniger Kraft verzehrt, unterscheidet man *leichtverdauliche* und *schwerverdauliche Nahrungsstoffe*. Wollte man z. B. dem Menschen die verschiedenen Nahrungsstoffe in Form von Gras, Heu oder Stroh in gehöriger Menge und im richtigen Verhältniß darbieten, so wäre dies keine Nahrung, weil die Nahrungsstoffe im Gras, Heu und Stroh in feste Hüllen von Cellulose oder Pflanzenzellstoff eingeschlossen sind, welche nur von den eigenartig gebauten Verdauungsorganen des Pflanzenfressers gelöst werden können, während der menschliche Darm sie nicht zu verdauen vermag.

Man darf also nicht — wie dies sehr häufig geschieht — den Werth eines Nahrungsmittels nur nach seiner chemischen Zusammensetzung beurtheilen, man muß vielmehr durch sogen. *Ausnützungsversuche* (bei welchen genau untersucht wird, wie viel unverdaute Nahrungsmittel mit dem Kothe abgehen) in Erfahrung bringen, ob die in dem angeblichen Nahrungsmittel enthaltenen Nahrungsstoffe auch im Darm ausgenützt werden und in welcher Menge und Zeit dies geschieht.

So galt und gilt z. B. noch bei Vielen das Brod aus ganzem Korn (Horsford-Liebig'sches Kleienbrod, Pumpernickel) für nahrhafter als das aus Mehl ohne Kleie, weil das Kleienbrod mehr Eiweißstoffe (Kleber) enthält. Ausnützungsversuche haben aber ergeben, daß Weißbrod (Semmel) und gewöhnliches kleienfreies Roggenbrod insofern nahrhafter sind, als sie leichter und vollständiger verdaut werden, während das Kleienbrod mehr Koth macht und weniger ausgenützt wird.

Die möglichst vollkommene Ausnützung der Nahrungsstoffe im Verdauungsapparat kann aber nur dann stattfinden, wenn die Nahrung längere Zeit, etwa 18 Stunden, im Organismus zurückgehalten wird. So werden z. B. größere Mengen Stärkemehl vom Darm nur schwer verwerthet, weil ein Theil des genossenen Stärkemehles im Darme leicht in saure Gährung geräth, wobei Milchsäure entsteht. Nur ein ganz robuster und gesunder Mensch kann diese sauren Massen verdauen, bei den Meisten verstärken und beschleunigen dieselben die wurmförmigen Bewegungen des Darmrohres so, daß der Inhalt desselben ausgeschieden wird, ehe er ausgenützt ist.*)

Auf dem großen Unterschiede, der in den meisten Fällen in der Ausnützung im Darme zwischen den pflanzlichen und thierischen Nahrungsmitteln (in welchen sich im Großen und Ganzen die nämlichen Nahrungsstoffe finden) besteht, beruht auch im Wesentlichen — wie später genauer besprochen werden soll — ihr verschiedenes Verhalten und ihr verschiedener Werth für die Ernährung.

Es genügt aber nicht, daß dem Menschen die verschiedenen Nahrungsstoffe in passender Form und Mischung zugeführt werden. Neben den Nahrungsstoffen müssen in der Nahrung noch andere Stoffe, die sogen. Genußmittel, enthalten sein, welche meist keinen oder nur einen sehr geringen Nährwerth haben, die Nahrung aber wohlschmeckend und genießbar machen. Ein geschmackloses Gemenge aus Eiweiß, Fett, Kohlenhydraten, Wasser und Mineralsalzen würden wir nur im Nothfalle verzehren.

Die Genußmittel, deren Bedeutung für die Ernährung nicht minder groß ist als die der Nahrungsstoffe, wirken vorwiegend als Reize (Nervenreize) auf die Verdauungsnerven. Sie vermehren die Schleim- und Speichelabsonderung im Munde, sowie die Absonderungen und Bewegungen des Magens und Darmkanals und befördern dadurch ganz wesentlich die Verdauung. Unter Genußmitteln versteht man aber nicht nur die meist ausschließlich darunter verstandenen, durch ihre organischen Alkaloïde ausgezeichneten erregenden Getränke (Kaffee, Thee, Chocolade) und die Spirituosen (Wein, Bier, Branntwein), sowie den Tabak, sondern auch alle diejenigen Stoffe, welche unseren Speisen den ihnen eigenthümlichen, uns angenehm dünkenden Geschmack und Geruch verleihen. Man kann die Genußmittel in eigentliche Genußmittel und Gewürze trennen. Zu den ersteren werden besonders Kaffee, Thee, Chocolade, Wein, Bier, Branntwein, Fleischbrühe

*) Die saure Gährung des Stärkemehles (Mehlbrei, Arrowroot u. s. w.), welches man unvernünftiger Weise den Kindern statt der Muttermilch reicht, ruft oft heftige Darmkatarrhe und Durchfälle der Kinder hervor.

und Tabak gerechnet, während unter Gewürz im physiologischen Sinne jede Substanz verstanden wird, die den Geschmackssinn in stärkerer Weise zu erregen vermag. Hierher gehören die eigentlichen Gewürze, das Kochsalz, die Säuren, ferner alle stark schmeckenden Stoffe, welche bei der Zubereitung (Kochen, Braten u. s. w.) der Speisen aus Bestandtheilen der Nahrungsmittel entstehen (braune Kruste des Bratens, Brod- und Kuchenrinde u. dergl.). Auch eine Gewisse Abwechselung muß in der Kost herrschen, weil der häufige Genuß derselben Speise zuletzt Widerwillen und Ekel erregt.

Die vorstehenden Erörterungen lassen sich mit Prof. Voit, von dessen verdienstvollen Forschungen auf dem Gebiete der Ernährungslehre noch öfter die Rede sein wird, kurz in folgenden Sätzen zusammenfassen:

„Jeden Stoff, welcher den Verlust eines zur Zusammensetzung des Körpers nothwendigen Stoffes verhütet, nennen wir einen Nahrungsstoff und vindiciren ihm die Eigenschaft des Nahrhaften. — Ein Nahrungsmittel ist ein aus mehreren Nahrungsstoffen bestehendes Gemenge."

„Dasjenige Gemisch aus Nahrungsstoffen, Nahrungsmitteln mit den nöthigen Genußmitteln, welches den Körper mit der geringsten Menge der einzelnen Nahrungsstoffe auf seinem Bestand erhält, oder auf eine gewünschte Zusammensetzung bringt und dabei denselben so wenig als möglich abnützt, das ist für einen bestimmten Fall die richtige Nahrung mit der Eigenschaft des „Nährenden".

„Das Ideal der Nahrung ist diejenige wohlschmeckende Nahrung, welche die für einen bestimmten Fall gerade erforderliche Quantität der einzelnen Nahrungsstoffe in richtiger Mischung zuführt und dabei den Körper so wenig als möglich belastet."

Zubereitete Verbindungen von Nahrungsstoffen und Nahrungsmitteln und Gewürzen werden Speisen genannt. Die Zubereitung der Speisen hat besonders den Zweck, die Nahrung wohlschmeckend und verdaulicher zu machen. Eine gute und schmackhafte Zubereitung der Speisen, die aber nicht in unnatürliche Verfeinerung ausarten soll, ist sehr wichtig, denn es ist erwiesen, daß durch die angenehme Empfindung, die eine wohlschmeckende und appetitliche Speise hervorruft, die Verdaulichkeit derselben erhöht wird, weil dadurch reflectorisch eine reichlichere Absonderung der Verdauungssäfte stattfindet.

Ehe wir die Frage zu beantworten suchen, aus welchen Mengen der verschiedenen Nahrungsstoffe soll die richtige Nahrung des Menschen unter bestimmten Verhältnissen zusammengesetzt sein, oder was und wie viel soll man essen, ehe wir ferner dazu übergehen die Methoden zu beschreiben, mittelst welcher es neuerdings gelungen ist, wichtige Auf-

schlüsse über die Ernährungsvorgänge zu erhalten und zu bestimmen, ob im Ganzen eine einem Menschen gereichte Kost für die gegebenen Verhältnisse genügend ist, müssen wir uns erst mit den wichtigsten Nahrungsstoffen, Nahrungs- und Genußmitteln bekannt machen.

## Nahrungsstoffe.

Die Nahrungsstoffe werden entweder nach ihrer Abstammung (in animalische und vegetabilische) oder nach ihrer chemischen Beschaffenheit eingetheilt. Hinsichtlich der letzteren unterscheidet man zunächst unorganische und organische Nahrungsstoffe: erstere bestehen aus Wasser und Mineralsalzen und dienen zum Ersatz unverbrennlicher Körperbestandtheile, letztere (Eiweißkörper, Fette, Kohlenhydrate ersetzen die verbrennlichen Körperbestandtheile und müssen deshalb oxydirbar, d. h. fähig sein, Verbindungen mit Sauerstoff einzugehen. Sie stammen wie alle organischen Stoffe unmittelbar oder mittelbar aus der Pflanze, da sich auch das fleischfressende Thier schließlich von Pflanzenfressern ernährt. Ein solcher Nahrungsstoff ist im Allgemeinen um so werthloser, eine je höhere Oxydationsstufe er einnimmt (je sauerstoffreicher er ist). Denn der Werth eines Nahrungsstoffes richtet sich vorzugsweise nach der durch ihn repräsentirten Summe von Spannkraft (siehe S. 91), d. h. nach der Menge von Wärme oder mechanischer Arbeit (lebendiger Kraft), die aus seiner Verbrennung hervorgeht. Je mehr aber ein Stoff schon Sauerstoff enthält (je höher seine Oxydationsstufe ist), um so mehr Spannkräfte hat er schon verloren, um so weniger Sauerstoff ist er daher aufzunehmen im Stande und um so werthloser ist er für die verschiedenartigen Leistungen des thierischen Organismus. Fett, Eiweiß und Kohlenhydrate sind deshalb sehr werthvolle, Harnstoff und Kreatin ganz werthlose Nahrungsstoffe.*) — Die organischen Nahrungsstoffe theilt man weiterhin in stickstoffhaltige (Eiweißstoffe und ihre Abkömmlinge) und stickstofflose (Fette, Kohlenhydrate,

*) Liebig theilte die organischen Nahrungsstoffe 1) in organbildende (oder blutbildende, plastische) und krafterzeugende: Eiweißkörper (stickstoffhaltige) und 2) in wärmebildende oder respiratorische: Fette, Kohlenhydrate (stickstofffreie). Die ersteren sollten nicht nur zu der Bildung der Gewebe dienen, sondern auch durch ihre Zersetzung (Oxydation) die Bewegung, die Arbeitsleistung vermitteln, d. h. als Quelle der Muskelkraft dienen, die letzteren die wesentlichen Wärmeerzeuger sein. Es ist aber erwiesen, daß eine Eintheilung der Nahrungsstoffe nach den verschiedenen Zwecken, welchen sie im Körper dienen, unzulässig ist, weil sich auch die stickstofffreien Stoffe an der Gewebebildung und die stickstoffhaltigen Stoffe an der Erzeugung der Wärme betheiligen. Nach dem Gesetze der Erhaltung der Kraft (s. S. 91) entstehen eben bei der Oxydation aller organischen Stoffe lebendige Kräfte.

Pectinstoffe und organische Säuren) ein, über deren Bedeutung sogleich ausführlich die Rede sein soll.

Die zweckmäßige Mischung dieser einfachen Nahrungsstoffe bedingt ausschließlich den Nährwerth unserer mannigfachen Nahrungsmittel, welche durch die Verdauungsvorgänge wieder in ihre einzelnen Bestandtheile zerlegt und sodann getrennt durch die verschiedenen Organe unseres Körpers verschieden verwerthet werden.

# Organische Nahrungsstoffe.

## I. Stickstoffhaltige Nahrungsstoffe.

### Die Eiweißstoffe oder Albuminate und ihre nächsten stickstoffhaltigen Abkömmlinge.

Die Eiweißstoffe stehen unter den Nahrungsstoffen oben an und sind außer Wasser und Salzen die einzigen unentbehrlichen unter ihnen, denn alle übrigen organischen stickstofffreien Verbindungen, welche sich noch neben dem Eiweiß an der Zusammensetzung der Gewebe betheiligen, können im Organismus als Zersetzungsproducte der Eiweißstoffe gebildet werden. Wie schon öfter erwähnt, bilden neben Wasser und Salzen die Albuminate den wesentlichen Bestandtheil derjenigen organischen Masse, die in allen Organismen der Träger der Lebenserscheinungen ist und Protoplasma genannt wird. Wie die einfachste Monere, so bestehen auch bei allen höheren Thieren und beim Menschen das Blut, die übrigen Ernährungsflüssigkeiten, sowie alle Gewebe und die dieselben zusammensetzenden Zellen im Wesentlichen aus Albuminaten. Alle Eiweißstoffe des Thier- und Menschenkörpers stammen direct (Pflanzenkost) oder indirect aus dem Pflanzenreiche, denn nur die Pflanze besitzt das Vermögen, aus unorganischen Stoffen organische Stoffe zu bilden. Die pflanzlichen Eiweißstoffe werden durch die Nahrungsaufnahme zum Protoplasma des thierischen und menschlichen Organismus. Die einzelnen Arten des Eiweiß, welche im Körper vorkommen, können innerhalb des Organismus sowohl aus einander, wie aus den pflanzlichen Eiweißstoffen erzeugt werden.

In den thierischen Nahrungsmitteln finden sich im Allgemeinen weit mehr von diesen Stoffen, als in den pflanzlichen; von den letzteren besitzen nur die Hülsenfrüchte und die Getreidesamen einen bedeutenderen Gehalt an Eiweißstoff (Legumin und Kleber). Milch (Käse), Blut, Fleisch, Eingeweide, Ei, Getreidesamen (Mehl) und Hülsenfrüchte sind unsere eiweißreichsten Nahrungsmittel. — Alle Eiweißsubstanzen werden mit Hülfe des Magen- und Darmsaftes, sowie des Bauchspeichels in eine dem flüssigen Eiweiße ähnliche Masse (in sogen. Peptone und noch höhere Oxydationsstufen) umgewandelt und sodann vom Magen und Darmkanale aus durch die Saugadern in das Blut gebracht, welches alle Gewebe und Organe des Körpers mit Ernährungsflüssigkeit versorgt. Der bei weitem größte Theil des täglich genossenen Eiweißes wird aber nicht fester, dauernder Bestandtheil der Organe (sogen. „Organeiweiß"), sondern verbleibt in der die einzelnen Organe durchströmenden Säftemasse (sogen. „circulirendes oder Vorrathseiweiß") und wird durch die Thätigkeit der mit ihm in Berührung kommenden Zellen für die verschiedenartigen Kraftleistungen des Organismus mehr oder minder rasch zersetzt. Je größer der Vorrath unseres Körpers an flüssigem oder circulirendem Eiweiß ist, um so

beträchtlicher wird auch unsere Arbeitsleistung und Energieentwickelung sein, auch wenn die Organmasse unseres Körpers vielleicht nicht so bedeutend ist, wie bei einem Andern, der sich dagegen nur schlecht ernährt und in Folge dessen nur über wenig circulirendes Eiweiß verfügt. — Beim Stoffwechsel (siehe S. 198) zerfallen die Eiweißsubstanzen zuerst in stickstofffreie und stickstoffhaltige Verbindungen. Die ersteren werden unter fortwährender Sauerstoffaufnahme (Oxydation) zuletzt in Kohlensäure und Wasser verbrannt. In gleicher Weise bildet sich aus den stickstoffhaltigen Spaltproducten des Eiweißes ein chemischer Körper, der Harnstoff (s. S. 60), der hauptsächlich durch die Nieren mit dem Harn ausgeschieden wird und dann sich leicht und rasch in Kohlensäure und Ammoniak umwandelt. Nach der Menge des ausgeschiedenen Harnstoffs läßt sich deshalb leicht der Eiweißverbrauch des Organismus berechnen.

Aus den Eiweißstoffen entsteht im Organismus das noch höher zusammengesetzte Hämoglobin, der wichtige Hauptbestandtheil der Blutkörperchen, von welchem wahrscheinlich auch alle im Körper vorkommenden Farbstoffe abstammen. Das mit der Nahrung eingeführte Hämoglobin kann das Hämoglobin des Körpers nicht ersetzen, weil es durch die Säure des Magensaftes zersetzt wird. Unentschieden ist es noch, ob ein anderer hoch zusammengesetzter, von den Eiweißkörpern abstammender phosphorhaltiger Stoff, das Lecithin (s. S. 59), welches einen wichtigen Bestandtheil des Nervengewebes und der Blutkörperchen bildet, gleichfalls im Organismus gebildet wird, oder ob er aus der organischen Nahrung, in welcher er verbreitet ist (Eidotter, Gehirn, Hülsenfrüchte und Getreidefrüchte) unverändert entnommen wird. — Dagegen ist sicher, daß die im Körper vorkommenden Albuminoide (leimgebende und chondrigene Substanz, Hornstoff, Schleimstoff, s. S. 59) bei der Zersetzung der Eiweißstoffe gebildet werden. Von sämmtlichen stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen sind daher nur die Eiweißkörper unzweifelhaft unentbehrlich; zweifelhaft ist es, ob das Lecithin entbehrt werden kann.

Die leimgebenden Gewebe und die chondrigene Substanz, welche durch Kochen mit Wasser in Leim (s. S. 59) verwandelt werden, können für sich allein den Eiweißbedarf des Organismus nicht decken, da sie kein Organeiweiß zu bilden vermögen. Sie dienen zur Ersparniß verschiedener, im Säftevorrath des Körpers circulirender Stoffe: Fett, Kohlenhydrate, besonders aber des Eiweißes, da sie sich an dessen Stelle zu zersetzen und den Untergang desselben zu beschränken vermögen. — So wichtig es nun auch ist, daß die Nahrung die gehörige Menge Eiweißsubstanzen enthalte, so wäre es doch falsch, wollte man Schwächlinge und Reconvalescenten mit reiner Eiweiß-(Fleisch-) Kost ernähren; dieselben müssen neben Fleisch, Eiern, Milch noch Fette und Kohlenhydrate (Zucker, Stärke) genießen.

### a. Thierische Eiweißstoffe und ihre nächsten Abkömmlinge.

(Siehe S. 57.)

1. Thierisches Eiweiß (Albumin) findet sich: im Blute, im Safte des Fleisches, des Bindegewebes und aller Eingeweide, im Speisesaft und der Lymphe, im Weißen der Eier und auch zwischen Fett im Dotter.
2. Thierischer Faserstoff (Fibrin) kommt vor: im geronnenen Blut (das Gerinnende, den Blutkuchen bildend, s. S. 209).
3. Myosin, ein dem Fleische zukommender Eiweißstoff.
4. Syntonin, ein Bestandtheil der Muskeln.
5. Thierischer Käsestoff (Casein): in der Milch (Käse) aller Säugethiere und in den Flüssigkeiten vieler Gewebe.
6. Globulin im Blute und vielen Geweben.
7. Das phosphorhaltige Vitellin im Eidotter.

8. Das Lecithin in dem Nervengewebe, im Blute und Eidotter.

9. Die leimgebende und die chondrigene Substanz (Abkömmlinge von Eiweißstoffen oder sogen. Albuminoide); sie liefern beim Kochen Leim, der beim Erkalten zu einer Gallerte erstarrt. Die leimgebende Substanz der Knochen, Sehnen, Häute, des Hirschhorns, der Fischschuppen u. s. w. liefert den sogen. Knochen- oder Hautleim, jene der Knorpeln (die chondrigene Substanz) den sogen. Knorpelleim.

### b. Pflanzliche Eiweißstoffe.

1. Pflanzen-Eiweiß (Albumin) findet sich: in den Säften der Pflanzen, vorzugsweise in den Gemüsepflanzen und in den Samen der Getreidearten.

2. Pflanzen-Fibrin (Faserstoff) kommt in Verbindung mit Pflanzenleim als sogen. Kleber vor: in den Samen und Getreidearten (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer, Mais, Hirse, Reis und Buchweizen).

3. Pflanzen-Käsestoff (=Caseïn oder Legumin): in den Hülsenfrüchten (Erbsen, Linsen, Bohnen).

4. Das Emulsin oder Synaptase, ein dem Legumin ähnlicher Stoff: in den ölreichen Samen, besonders in Nüssen und Mandeln.

5. Lecithin in den Hülsenfrüchten und Getreidesamen.

## II. Stickstofffreie Nahrungsstoffe.

### Fette, Kohlenhydrate, Pectinstoffe, organische Säuren.

(Siehe S. 50—57.)

Obgleich die stickstofffreien Substanzen im Allgemeinen nur in untergeordneter Weise sich an der Zusammensetzung der Gewebe betheiligen, so sind sie doch für die Bildung der meisten Gewebe nicht minder wichtig als die stickstoffhaltigen Eiweißkörper und die unorganischen Stoffe. Einige wichtige, wenn auch noch dunkle Bedeutung haben sie jedenfalls für die Zusammensetzung der Gehirn- und Nervensubstanz, die sehr reich an eigenthümlichen Fetten sind. Da es aber theils erwiesen, theils wahrscheinlich ist, daß die stickstofffreien Substanzen Fett, Glycogen, Inosit oder Muskelzucker, Dextrin, Milchzucker, Milchsäure u. a., welche regelmäßige Bestandtheile des menschlichen Körpers sind, im Organismus aus Eiweißkörpern entstehen können, so lassen sich die stickstofffreien Nahrungsstoffe nicht als absolut unentbehrlich bezeichnen. Damit soll aber natürlich nicht gesagt sein, daß eine nur aus Eiweißstoffen und den nöthigen unorganischen Nahrungsstoffen (Wasser und Salzen) bestehende Nahrung für die Dauer ausreichend und zweckmäßig sei, denn es ist die Frage, ob die dann erforderliche große Menge von Eiweißstoffen verdaut werden könnte. Die Fette können wahrscheinlich bei großem Aufwand von Eiweißstoffen in der Nahrung entbehrt werden; auch die Kohlenhydrate können nur in ganz geringen Mengen vertreten sein (wie dies bei den Eskimos und einzelnen Nomadenstämmen der Fall ist); wo sie aber zu erlangen sind, bilden sie bekanntlich einen Hauptbestandtheil der Nahrung. Können auch die Fette und Kohlenhydrate für sich nicht im Nothfall wie die Eiweißstoffe als vollständige organische Nahrung dienen (den Hungertod verhindern), so verringern sie doch die Sauerstoffaufnahme und setzen dadurch den Bedarf des Körpers an Eiweiß herab, indem sie die Zersetzung desselben einschränken. Die Kohlenhydrate, welchen diese den Eiweißumsatz vermindernde (eiweißsparende) Wirkung in noch höherem Grade als den Fetten zukommt, sind insofern noch von weiterer Bedeutung, als der Zucker auch das Fett des Körpers zu ersparen vermag. Fette

und Kohlenhydrate ersetzen sich in ihrer Wirkung in Beziehung der Verhütung des Fettverlustes des Körpers, wie Versuche ergeben haben, in dem Verhältniß von 10:17. Da die Stärke mit Hülfe des Mund- und Bauchspeichels in Dextrin und Zucker umgewandelt wird, so hat sie für die Ernährung dieselbe Bedeutung wie Zucker.*) Da aber stets, auch bei der reichlichsten Einführung von Fett und Kohlenhydraten, ein Eiweißverlust (eine fortwährende Absonderung von Harnstoff) stattfindet, so muß dafür, durch eiweißhaltige Nahrungsstoffe, Ersatz geboten werden. Während früher angenommen wurde, daß alles im Körper vorkommende Fett vorzugsweise aus den genossenen Fetten und Kohlenhydraten gebildet werde, wird jetzt eine Fettbildung aus Kohlenhydraten bezweifelt; wahrscheinlich stammt ein guter Theil des abgelagerten Fettes aus den genossenen Eiweißkörpern, welche zum Theil durch mannigfache Theilung und Zersetzungsvorgänge in Fett verwandelt werden, gerade so wie im Leib der Biene aus dem Eiweiß des Blüthenstaubes das Wachs entsteht.

Der Schwerpunkt der stickstofffreien Nahrungsstoffe im Ernährungsprocesse liegt unzweifelhaft in ihrer Beziehung zur Wärme- und Kraftentwickelung des Organismus. Ihre Verbindung mit Sauerstoff (Verbrennung oder Oxydation) trägt nicht nur in überwiegender Weise zur Entwickelung der Körperwärme bei, sondern sie ist auch die wichtigste Quelle der Muskelkraft (mechanischen Arbeit). Die Menge des im Körper verbrannten (besonders im Fette und den Kohlenhydraten enthaltenen) Kohlenstoffs läßt sich aus der Menge der sich dabei bildenden und in der Athmung ausgeschiedenen Kohlensäure bestimmen. Da nun angestrengte Muskelarbeit nicht die Harnstoffausscheidung, wohl aber die Kohlensäureausscheidung bedeutend steigert, so ist es neuerlichst sehr wahrscheinlich geworden, daß bei der Muskelarbeit weniger Eiweißstoffe (Muskelsubstanz), als Fette und Kohlenhydrate durch den Sauerstoff unter Freiwerden von Bewegung und Wärme verbrannt werden, während man früher annahm, daß vorzugsweise eiweißhaltige Substanzen verbrannt würden und zwar aus dem Grunde, weil die Muskeln hauptsächlich aus Eiweißsubstanzen bestehen. Die Muskelarbeit scheint demnach in ähnlicher Weise zu Stande zu kommen, wie die Arbeit einer Dampfmaschine, welche aus Eisen und Messing besteht, deren Arbeitsleistung aber durch die Verbrennung von Kohle zu Stande kommt. Da die Arbeitsleistung der Muskeln durch Verbrennung kohlenstoffreicher Verbindungen (Fette und Kohlenhydrate) bewirkt wird, so ist bei anstrengender Arbeit der reichliche Genuß kohlenstoffreicher Nahrungsstoffe (Fett, Zucker, Stärkemehl) am Platze. Wie sich aber bei der Dampfmaschine auch die metallenen Maschinenbestandtheile abnutzen und ausgebessert werden müssen, so werden auch die eiweißartigen Bestandtheile der Muskelmaschine abgenutzt (verbrannt) und es muß daher, soll sie sich kräftig erhalten, in der Nahrung auch Eiweiß zugeführt werden. Den höchsten Werth für die Krafterzeugung (Wärme, mechanische Arbeit) besitzen die Fette, welche sauerstoffärmer (spannkraftreicher) als die Kohlenhydrate sind; weniger vermögen die übrigen stickstofffreien Nahrungsstoffe, die organischen Säuren und die Pectinstoffe, für die Erzeugung lebendiger Kraft zu leisten. Die Fette erleiden im Körper eine sehr einfache Umwandelung; sie werden nämlich im Darmkanale mit Hülfe der Galle, des Darmsaftes und des Bauchspeichels entweder in feine Kügelchen

*) Da die Fette und Kohlenhydrate (Zucker, Dextrin, Stärke) für sich allein den Körper nicht ernähren können, sondern immer nur erst mit den übrigen, besonders eiweißartigen Nahrungsstoffen, so muß es auch ganz falsch sein, die eiweißarmen Kartoffeln, sowie Zucker, Sago, Salep, Arrowroot und dergleichen eiweißfreie Stoffe für sich als zweckmäßige Nahrung zu bezeichnen. Die Mütter werden hoffentlich auch einsehen lernen, daß die Stoffe, mit denen sie gewöhnlich die kleinen Kinder füttern, wie Sago, Salep, Arrowroot, Zucker und sogen. Kindermehle, nur fett machende Nahrungsmittel sind und, wenn sie nicht mit eiweißhaltigen Nahrungsmitteln (Milch, Ei) verbunden werden, eine falsche und zu Krankheiten (Scropheln, englische Krankheit) führende Ernährung des Kindeskörpers veranlassen.

zertheilt (vermilcht), so daß nun das flüssig gewordene und mit Wasser gemischte Fett einer Mandelmilch ganz ähnlich ist, oder sie werden unter Mitwirkung des Bauchspeichels verseift, und können nun in diesen Formen leicht von den Saugadern des Darmes aufgesogen und in's Blut und die Gewebe geführt werden. Stärke und Dextrin werden, wie bereits erwähnt, in Zucker verwandelt und dann wie die Fette und die geringen Mengen von Kohlenstoff, welche mit den Pectinstoffen und organischen Säuren in den Körper eingeführt werden, im Stoffwechsel zu Kohlensäure und Wasser verbrannt.

## 1. Fette.

(Siehe S. 53.)

### a. Fette thierische Substanzen.

Thierisches Fett genießen wir entweder mit dem Fleische oder setzen es den Speisen für sich zu. Rinds- und Hammeltalg; Schweinefett oder Schweineschmalz; Kuhbutter; Gänsefett; Fisch- und Lebertran; Knochenmark. Auch das Pferdefett läßt sich ganz gut verwenden.

### b. Fette pflanzliche Substanzen.

Fette Oele gewinnen wir zur Nahrung vorzugsweise aus den Früchten des Olivenbaumes und aus den Mohnsamen als Baum- und Mohnöl, ferner aus den Samen des Rübsen, Raps, Hanfs, der Sonnenblumen, aus den Mandeln, Nüssen, Bucheckern u. a. In Rußland und Polen wird auch das kalt ausgepreßte Leinöl (aus der Leinpflanze) zum Anmachen der Speisen verwendet.

Feste Fette. Cacao-Butter, ein Bestandtheil des Cacao, hat das Ansehen von Talg, riecht und schmeckt schwach nach Cacao und wird nicht leicht ranzig; die Muskatbutter, ein Bestandtheil der Muskatnuß; das butterartige Palmfett, welches aus der afrikanischen Oelpalme gewonnen wird; die Cocosnußbutter, aus den Kernen der Cocospalme; Bassiabutter, das Fett des Butterbaumes, wird in Ostindien und Afrika von den Eingeborenen genossen.

## 2. Kohlenhydrate.

### a. Thierische Kohlenhydrate.

(Siehe S. 50.)

1. Milchzucker findet sich in der Milch der Säugethiere, am reichlichsten in der Pferdemilch; in der Frauenmilch etwas reichlicher als in der Kuhmilch.

2. Inosit und Muskelzucker im Pferdefleisch, Ochsenblut, in der Leber, Lunge, im Gehirn, in der Milz, in den Nieren.

3. Glycogen oder thierische Stärke in der Leber der Säugethiere, in den Muskeln, in den embryonalen Organen. Außerdem in Mollusken, namentlich Muscheln (Austern) reichlich vorhanden.

4. Dextrin oder Stärkegummi im Blute der Pflanzenfresser, im Pferdefleisch, in der Leber mit Hafer gefütterter Pferde.

5. Traubenzucker, Dextrose oder Stärkezucker in geringen Mengen in fast allen thierischen Flüssigkeiten: im Blute, Muskelgewebe, im Weißen und im Dotter des Eies, in der Leber, Thymus u. s. w. Auch im Honig.

6. Schleimzucker kommt neben Traubenzucker im Honig vor.

### b. Pflanzliche Kohlenhydrate.

(Siehe S. 50.)

1. Stärkemehl oder Amylum in den meisten Pflanzen, in größerer Menge in den Samen der Getreidearten, den Hülsenfrüchten, Kartoffeln, im Mark der Sagopalme (echter Sago), Arowroot, Tapioka.

2. Dextrin entsteht aus der Stärke durch die Einwirkung höherer Temperatur (über 120° C.; daher in der Brod- und Kuchenrinde, im Zwieback, geröstetem Mehl) und beim Keimen der Kartoffel und des Getreides. Im Körper verwandelt der Mund- und Bauchspeichel die Stärke in Dextrin.

3. Rohrzucker im Safte des Zuckerrohres, der Ahornarten, Zucker- und Runkelrüben, in den Kürbissen, Melonen, Mohrrüben, vielen Palmen, in der Birke u. s. w.

4. Schleim- oder Fruchtzucker, unkrystallisirbare Zuckerarten im Syrup, Honig und in den süßen Früchten.

5. Traubenzucker in den meisten Obstsorten, besonders in den Weintrauben und Aepfeln.

6. Pflanzenzellstoff oder Cellulose, die Hauptmasse aller Pflanzen. Nur die junge nicht ausgebildete Cellulose (junge Gemüse, zarter Salat und dergl.) kann von dem menschlichen Darme verdaut werden.

7. Inulin oder Alantstärkemehl in der Alantwurzel, in den Wurzelknollen der Georgine, des Topinambur, Cichorien u. a., und

8. das Lichenin oder die Moosstärke in der isländischen Flechte und anderen Flechten sowie in verschiedenen Algen (Ceylon-Moos, Agar-Agar u. a.).

9. Gummi, ein sehr verbreiteter Pflanzenbestandtheil; besonders als Gummi arabicum, welches aus verschiedenen Acacienarten ausfließt und an der Luft erhärtet.

10. Pflanzenschleim oder Bassorin in den meisten Pflanzen, in größerer Menge in den Quittenkernen, Leinsamen, Salep, der Eibischwurzel, den Malven, verschiedenen Seealgen (Caraghen- oder isländisches Moos) und im Traganthgummi (aus eingetrocknetem Saft des in Griechenland und der Levante einheimischen Traganthstrauches).

11. Manna- oder Pilzzucker im Safte der Mannaeiche, vielen Pilzen und Algen, dem Sellerie, in den Mohrrüben, der Queckenwurzel u. s. w. 12. Eichelzucker in den Eicheln. 13. Sorbin in den Vogelbeeren. 14. Glycirrhizin im Süßholz.

## 3. Pectinstoffe.

Das Pectin oder die Pflanzengallerte in den reifen und reifenden Früchten (s. S. 53).

## 4. Organische Säuren.

1. Milchsäure oder Gährungsmilchsäure in saurer Milch, dem Sauerkraute oder sauren Gurken als Product der Milchsäuregährung (s. S. 66).

2. Fleischmilchsäure im Muskelgewebe der Säugethiere und einiger Fische.

3. Essigsäure (s. S. 55) im Essig und im Safte vieler Pflanzen, namentlich baumartiger Gewächse.

4. Weinsäure in den Weintrauben und mehreren anderen Früchten.

5. Traubenzucker in den Weintrauben.

6. Citronensäure in den Citronen, Johannisbeeren, Heidelbeeren, Runkelrüben, an Kalk und Kali gebunden in den Zwiebeln und Kartoffeln.

7. Aepfelsäure oder Vogelbeersäure fast in allen sauren Pflanzensäften, namentlich in den sauren Aepfeln, im Saft der Berberitzen und der Vogelbeeren, meist gemeinschaftlich mit Wein-, Oxal- oder Citronensäure.

**Die Spannkraftsumme ist nicht der einzige Maßstab für den Werth eines organischen Nahrungsstoffs. Im Organismus kommt nur ein Theil der Spannkraftsumme der organischen Nahrungsstoffe zur Verwendung.**

Die Eiweißstoffe lehren, daß die Spannkraftsumme, d. h. die Menge von lebendiger Kraft oder Arbeit, die aus ihrer Verbrennung hervorgeht, nicht den einzigen Maßstab für den Werth eines Nahrungsstoffes bilden darf. Die Albuminate sind für den Körper unentbehrlich, obwohl sie sich an der Kraftproduction desselben nicht in dem Maße, wie die Fette betheiligen. Um Kräfte in ihren Wirkungen mit einander zu vergleichen, werden sie bekanntlich bei der mechanischen Betrachtung in Wärme umgerechnet. Zwischen einer gewissen Menge von Wärme und einer bestimmten Größe von Arbeit (mechanischer Bewegung) besteht nämlich ein ganz bestimmtes unabänderliches Verhältniß. Eine bestimmte Menge mechanischer Arbeit ist gleichwerthig (aequivalent) einer bestimmten Menge von Wärme, d. h. es besteht bei der Hervorbringung von Wärme auf mechanischem Wege stets zwischen der erzeugten Wärme und der darauf verwendeten mechanischen Kraft ein unveränderter gesetzmäßiger Verhältniß, d. i. das mechanische Aequivalent der Wärme. Als Masseneinheit der Kraft nimmt man dabei diejenige Wärmemenge an, welche nothwendig ist, um 1 Kilogramm Wasser von $0^0$ C. auf $1^0$ C. zu erwärmen und bezeichnet die hierzu erforderliche Wärmemenge als eine Wärmeeinheit; die gleiche Menge Wärme wird erzeugt, wenn 424 Kilogramm ein Meter hoch herabfallen, und durch die gleiche Menge Wärme kann ein Gewicht von 424 Kilogramm in einer Secunde einen Meter hoch gehoben werden. 424 Meterkilogramm sind daher das mechanische Aequivalent einer Wärmeeinheit.

Durch Verbrennung und Bestimmung der dabei entstehenden Wärmemenge ist man nun dazu gelangt, die Kraftsumme (Spannkraftmenge), welche in den verschiedenen organischen Nahrungsstoffen enthalten ist, in Wärmeeinheiten zu berechnen.

Nach Frankland liefert:

| | | | |
|---|---|---|---|
| eine Gewichtseinheit | Traubenzucker | 3277 | Wärmeeinheiten, |
| " " | Rohrzucker | 3348 | " |
| " " reines | Eiweiß | 4988 | " |
| " " reine | Ochsenmuskelfaser | 5103 | " |
| " " | Ochsenfett | 9069 | " |

Setzt man die durch die Verbrennung eines bestimmten Gewichtes von Zucker lebendig werdende Kraftsumme = 100, so ergeben sich aus diesen Bestimmungen folgende abgerundete Werthe:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Rohrzucker | = 100 | lebendige | Kraft | (bei | Verbrennung) |
| Ochsenfett | = 270 | " | " | " | " |
| reines Eiweiß | = 150 | " | " | " | " |

Eiweiß und Leim (dessen Verbrennungswärme nahezu gleich ist) führen somit als Nahrung genossen um 50%, Fett um 170% mehr Spannkräfte in den menschlichen Körper ein als Rohrzucker.

Aber nur ein Theil dieser absoluten Spannkraftsumme kommt im Körper zur Verwendung. Der Werth der verschiedenen Nahrungsstoffe für die Wärme- und Krafterzeugung läßt sich demnach nur nach der Menge von lebendiger Kraft beurtheilen, die im Organismus verwendet wird. Die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe, Eiweiß und Leim, werden aber, wie bereits besprochen wurde, im Körper nicht vollständig bis zu ihren letzten Verbrennungsproducten oxydirt; der Harnstoff, in welcher Form der größte Theil des Stickstoffes den Körper verläßt, besitzt noch einen erheblichen Brennwerth, d. h. er enthält noch eine nicht unbeträchtliche Menge von Spannkraft, welche von der Gesammtkraftsumme des Eiweißes und Leimes abgezogen werden muß, weil sie nicht im Körper frei (lebendig) und wirksam wird. Eine Gewichtseinheit Harnstoff

liefert 2200 Wärmeeinheiten, ein gleiches Gewicht Eiweiß 4998 Wärmeeinheiten. 100 Theile Eiweiß liefern etwa 30,3 Theile Harnstoff, welche 669 Wärmeeinheiten enthalten, die also von den 4998 Wärmeeinheiten des Eiweißes abgerechnet werden müssen. Es kommen daher nur 4329 Wärmeeinheiten im Körper zur Wirksamkeit. Der Spannkraftwerth der Eiweißstoffe und des Leimes verhält sich daher im Verhältniß zum Rohrzucker nicht wie 150 zu 100, sondern wie 126 zu 100. Zucker und Fett werden zwar im Körper zu ihren Endproducten, Kohlensäure und Wasser, verbrannt, trotzdem kommt für die äußere Arbeit des Körpers keineswegs ihre ganze Spannkraftsumme zur Verwendung.

Die Verdauung (das mechanische Ergreifen, das Kauen und das Schlucken der Nahrung, die Darmbewegungen, die Arbeit der Verdauungsdrüsen, die Aufsaugung) verzehrt, je nachdem die Nahrung leicht oder schwerverdaulich ist, eine bestimmte Kraftsumme. Wie groß im Einzelnen der Kraftabzug ist, den die verschiedenen Nahrungsstoffe durch diese innere Arbeit (Verdauung) erleiden, ist durch genauere Untersuchungen erst noch festzustellen.

# Unorganische Nahrungsstoffe.

## Wasser und Mineralsalze oder Aschebestandtheile.

Die unorganischen Bestandtheile des Organismus, Wasser und die unorganischen Salze: die phosphorsauren Alkalien und Erden (Kalk und Bittererde), die kohlensauren Erden, Chlorkalium und Chlornatrium, schwefelsaure Alkalien, Eisen und Kieselerde (s. S. 40) werden theils mit den thierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln, theils mit dem Trinkwasser, welches einen großen Theil der Salze gelöst enthält, theils, wie das Kochsalz, direct eingeführt. Wir genießen in unserer gewöhnlichen Nahrung meistentheils mehr Salze, als zum Ersatz der im Stoffwechsel ausgeschiedenen nöthig sind. Der Ueberschuß wird im Harn gleich abgeschieden.

Die unorganischen Nahrungsstoffe sind für den Menschen ebenso unentbehrlich wie die organischen, obgleich sie sich nicht an der Kraftentwickelung des Organismus betheiligen, weil sie sich im Körper nicht weiter mit Sauerstoff verbinden, keine lebendigen Kräfte entwickeln können. Ohne Salze geht der Körper, auch wenn alle anderen Nahrungsstoffe eingeführt werden, zu Grunde; aber nicht momentan, sondern erst nach einiger Zeit.

Das Wasser macht nicht nur den größten Theil des Körpers aus, es ist auch der Träger wichtiger Stoffe, der seine Eigenschaften der Beweglichkeit und Flüssigkeit auch auf jene Stoffe überträgt, die in ihm gelöst sind. Es löst das Eiweiß, die Salze, den Zucker und führt sie in den Körper, in das Blut, und das Wasser im Blute ist es wieder, welches die Stoffe zum Gehirn, zum Muskel, kurz an alle Stellen des Körpers schafft und von dort die Verbrennungsproducte (Schlacken) holt und zur Lunge, Niere und Haut führt, wo sie ausgeschieden werden.

Die Salze geben nicht nur im ungelösten Zustande den Knochen ihre Festigkeit, sie üben auch im gelösten Zustande wichtige chemische Wirkungen im Körper aus. Die Natronsalze erhalten z. B. das Blut, welches nicht viel ärmer an festen Bestandtheilen als manches Gewebe ist, flüssig und stellen damit eine nothwendige Bedingung des Lebensprocesses her, sie ziehen ferner die Kohlensäure an sich und halten dieselbe so lange fest, bis dieselbe

in den Lungen ausgeschieden wird. Sicher sind ferner die verschiedenen unorganischen Bestandtheile, welche sich im Inhalte der Zellen gelöst finden, die Hauptursache der Verschiedenheit der Oxydationsvorgänge in den verschiedenen Zellen.

Das **Wasser** (s. S. 42) gehört neben dem Sauerstoff, der Luft und der Wärme zu den Lebensbedingungen. Es gewinnt dadurch außerordentlich an Bedeutung, daß es die Fähigkeit besitzt, sehr viele Stoffe aufzulösen und gelöst unserem Körper zuzuführen. Das Wasser ist ein Bestandtheil aller Organe und Gewebe (auch den Schmelz der Zähne nicht ausgenommen); jedoch ist es kein chemisch reines Wasser, sondern enthält verschiedene unorganische und organische Stoffe aufgelöst. Der Wassergehalt der verschiedenen Organe, Gewebe und Flüssigkeiten ist ein sehr verschiedener und auch nach dem Alter des Individuums wechselnd. Beim Erwachsenen bildet das Wasser 58 Procent, bei Neugeborenen 66 Procent und im Alter nimmt, trotz des scheinbaren Vertrocknens des Körpers, doch der Wassergehalt zu. — Es ist eine Eigenthümlichkeit der organisirten Materien, eine ihr eigenes Gewicht weit übersteigende Menge Wasser aufnehmen (imbibiren) zu können, ohne ihren festweichen Zustand dadurch einzubüßen (s. S. 30). — Der allergrößte Theil unseres Körperwassers wird als solches durch Getränke und Speisen von Außen zugeführt; nur ein ganz kleiner Theil bildet sich im Körper selbst und ist das Endproduct einer Reihe durch die oxydirende Wirkung des Sauerstoffs vermittelter chemischer Umsetzungen (Verbrennungen des Wasserstoffs organischer Verbindungen), wobei sich Wärme entwickelt. Aus dem Körper ausgeführt wird das Wasser: durch Nieren, Haut, Lungen und Darm. Die mit dem Harn täglich austretende Wassermenge beträgt etwa die Hälfte des im Ganzen austretenden Wassers. Die Menge der Wasserausscheidung ist wechselnd; verschieden bei Hunger, Ruhe und Arbeit; vermehrt bei reichlicher Zuführung. Die mittlere Menge beträgt bei gesunden Erwachsenen in 24 Stunden 2500 Cbctm. — Die Gegenwart des Wassers im Organismus ist eine der wesentlichsten Lebensbedingungen, denn 1) ist es das allgemeine Auflösungsmittel aller im Körper aufgelöst vorkommenden Stoffe und dadurch der Vermittler chemischer Processe und physikalischer Vorgänge. 2) Es ist Imbibitionsstoff und bedingt den eigenthümlichen festweichen Zustand der Organe und Gewebe, ihre Elasticität, ihre Ausdehnbarkeit, ihre Durchsichtigkeit und ihre Durchdringlichkeit. 3) Durch seine Verdunstung (auf der Haut, in den Lungen) werden beträchtliche Mengen von Wärme dem Körper auf diesem Wege fortwährend entzogen, und das Wasser ist demnach ein Abkühlungsmittel und insofern ein wichtiger Wärmeregulator.

Die **Salze**, Ernährungssalze (feste unorganische Nahrungsstoffe), auch Aschebestandtheile genannt, weil diese unverbrennlichen Bestandtheile als Asche zurückbleiben (wie die Asche beim Cigarrenrauchen), wenn man pflanzliche und thierische Organismen oder Theile derselben einer hohen Temperatur aussetzt d. h. verbrennt. Im menschlichen Körper findet sich ein Theil dieser Salze, wie das Kochsalz, das kohlensaure Natron, die phosphorsauren Alkalien im Blute und den Körperflüssigkeiten gelöst und kann auch so (im Schweiße, in den Thränen u. s. w.) von dem Körper ausgeschieden werden. Die Bedeutung dieser gelösten Salze beruht darauf, daß durch ihre Vermittelung die Zerstörungen und Verbrennungen der Nahrungsbestandtheile, so wie auch die Lebensvorgänge in richtiger Weise vor sich gehen. Ein anderer Theil dieser Salze, vorzugsweise Phosphorsäure mit Kalk und Magnesium, sowie auch kohlensaurer Kalk, ist in ungelöstem Zustande im Körper vorhanden; sie bilden mehr wie die Hälfte der Knochensubstanz.

Die Salze, die der Mensch zu seiner Ernährung, d. h. zum Ersatz der beim Stoffwechsel ausgeschiedenen bedarf, werden dem Körper zum größten Theile bereits fertig gebildet zugeführt und verlassen den Körper meist auch

in derselben Form, in der sie ihn betreten und nachdem sie zu seinem Aufbau und Thätigsein gedient haben.

Seinen Bedarf an Salzen erhält der menschliche Körper zum größten Theil mit dem Trinkwasser und der thierischen und pflanzlichen Nahrung. Nur das Kochsalz setzen wir unseren Speisen direct zu. Das Trinkwasser enthält fast alle festen unorganischen Nahrungsstoffe oder Salze im gelösten Zustande und in einer dem Bedürfniß des Thieres und Menschen entsprechenden Menge. Indem nämlich das Quellwasser den Boden durchsetzt, löst es die Bestandtheile desselben und nimmt sie in sich auf. In geringerer Menge sind im Trinkwasser enthalten: die Alkalien (Kali und Natron), das Chlor und die Phosphorsäure. Die letztere, von der wir zur Bildung unseres Knochengewebes eine beträchtliche Menge bedürfen, findet sich in Form von phosphorsauren Salzen auch im Samen der Getreidearten und Hülsenfrüchte, im Fleische und im Blute; theilweise bildet sie sich aber auch im Körper aus dem Phosphor seiner phosphorhaltigen organischen Bestandtheile. — Das Eisen gelangt durch Speisen und Getränke in den Körper und es ist nachgewiesen, daß feste und flüssige Nahrungsmittel so viel Eisen enthalten, daß immer noch ein Theil desselben mit den festen Excrementen ausgeschieden wird.

Das Kochsalz, Chlornatrium (s. S. 45) ist in allen Flüssigkeiten, Organen und Geweben enthalten. Alles im Körper vorkommende Kochsalz entstammt aus der Außenwelt und wird durch die Nahrung zugeführt. Der Austritt des Kochsalzes aus dem Körper geschieht mittels des Harns, der Excremente, des Schleims und des Schweißes. — Daß das Kochsalz eine große Bedeutung für den Thierorganismus haben muß, sieht man schon daraus, daß die Thiere und die meisten Menschen sich nach seinem Genusse sehnen, daß seine Menge im Blute von der mit der Nahrung aufgenommenen ganz unabhängig ist, und daß es im Blute und in den Geweben regelmäßig vertheilt ist; hungernde Thiere scheiden sehr bald gar kein Kochsalz mehr durch den Harn aus, so daß also die Gewebe und Säfte dasselbe hartnäckig zurückhalten. Der Nutzen des Kochsalzes ist noch nicht ganz festgestellt, doch ist wahrscheinlich, daß es bedeutenden Einfluß auf die Diffusions- und Aufsaugungsvorgänge*), auf Endosmose und Capillarität hat, daß es den Eiweißumsatz im Körper vermehrt, weil es die Geschwindigkeit der Säfteströmung von Zelle zu Zelle in den Geweben steigert und daß es die Verdauung befördert (durch Hervorrufung einer reichlicheren Speichel- und Magensaftabsonderung). Es soll ferner in Verbindung mit Eiweiß die Auflösung der Blutkörperchen verhindern; auch soll es im Blute das Gelöstsein von Eiweiß und Käsestoff bedingen; es wäre auch möglich, daß es einen Antheil an der Ausscheidung des Harnstoffs und an der Bildung und Umwandelung des Zuckers hätte. Endlich sprechen verschiedene Thatsachen dafür, daß das Kochsalz in enger, wenn auch noch nicht genau gekannter, Beziehung zur Zellenbildung steht. — Da das Kochsalz denjenigen Speisen, die den Geschmackssinn wenig erregen (indifferent schmecken), einen pikanten Geschmack ertheilt und zugleich die Absonderung der Verdauungssäfte befördert, so gehört es auch zu den Genußmitteln oder Gewürzen.

**a. Salze der thierischen Nahrung.** Von diesen Stoffen finden sich vorzugsweise in der thierischen Nahrung: der phosphorsaure Kalk, das kohlensaure und phosphorsaure Kali und Natron, sowie das Eisen; auch Kochsalz findet sich in den thierischen Nahrungsmitteln in größerer Menge als in den pflanzlichen.

*) Versuche haben eine bestimmte Beziehung des Aufsaugungsvermögens thierischer Membranen (Häute) zu dem Salzgehalte der Lösungen ergeben, die sich auch auf die Blutgefäße übertragen läßt. Mit dem Salzgehalte getrunkenen Wassers ändert sich auch das Aufsaugungsvermögen der Blutgefäße für das Wasser. Ist dessen Salzgehalt kleiner wie der des Blutes, so wird es mit der größten Schnelligkeit aufgenommen und durch die Nieren wieder ausgeschieden. Enthält das Wasser mehr Salz als das Blut, so tritt es nicht mehr durch die Nieren, sondern durch den Darmkanal aus (wie bei den salinischen abführenden Mineralwässern).

**b. Salze der pflanzlichen Nahrung.** Die Pflanzennahrung enthält, mit Ausnahme der phosphorsauren und kohlensauren Talkerde, im Verhältniß zur thierischen Nahrung nur wenig von den nöthigen unorganischen Stoffen. Nur die Asche der Getreidesamen und Hülsenfrüchte stimmt mit jener der thierischen Nahrung überein.

Unter die unorganischen Nahrungsstoffe rechnen Manche auch den für das Leben unentbehrlichen **Sauerstoff** der atmosphärischen Luft, welcher bereits bei den chemischen Grundstoffen (s. S. 33), bei der Atmosphäre (s. S. 41) und bei der Athmung (s. S. 242) ausführlich besprochen wurde.

# Nahrungsmittel.

## Wasser.

### Trinkwasser, Seewasser, Mineralwasser.

Das Wasser (s. S. 42 u. 429), das unentbehrlichste aller Nahrungsmittel, muß in ziemlich großer Menge in unsern Körper geschafft werden, da fast drei Fünftel desselben (das Blut zu $^4/_5$, das Fleisch zu $^2/_3$) aus Wasser bestehen und fortwährend große Mengen Wassers aus dem Körper in flüssiger oder in Dunstform entfernt werden. Eine Menge von Beschwerden haben ihren Grund in einer unzureichenden Menge Wassers im Blute und überhaupt im Körper. — Weil nun die festen thierischen und pflanzlichen Nahrungsmittel bei Weitem nicht die hinreichende Menge davon enthalten, so ist der Genuß von Wasser oder von wasserreichen Getränken, sowie von flüssigen Speisen unerläßlich zur Erhaltung der Gesundheit. — Das Wasser, welches von uns getrunken wird, nimmt seinen Weg größtentheils schon vom Magen aus theils direct in das Blut (der Pfortader), theils in die Lymphgefäße und wird dann vom Blute aus an allen Punkten des Körpers (in Verbindung mit anderen Blutbestandtheilen) in so großer Menge abgeschieden, daß unser Körper einem mit Wasser getränkten Schwamme gleicht. Ueberflüssiges Wasser wird baldigst durch die Nieren, Haut und Lungen entfernt, so daß enorme Mengen Wasser getrunken werden müßten, wenn dadurch bedeutendere Störungen der Gesundheit eintreten sollten. Ob wir kaltes oder warmes Wasser trinken, ist insofern ein großer Unterschied, als bei ersterem die Kälte als nervenreizendes Mittel mitwirkt, weshalb sehr kaltes Wasser Magenschmerzen hervorrufen und den Stuhlgang befördern kann.

Das der Luft ausgesetzte Wasser enthält je nach dem Zustande der Witterung eine wechselnde Menge von Luftbestandtheilen (Sauerstoff, Kohlensäure und Stickstoff), welche sich beim Kochen, wie bei dem Gefrieren als Luftblasen ausscheiden. Auf der Gegenwart der Luft im Wasser beruht seine Fähigkeit, thierischen Organismen (Fischen u. s. w.), welche zur Erhaltung ihres Lebens Sauerstoff brauchen, als Aufenthaltsort dienen zu können. Im Wasser der Quellen fehlt der Sauerstoff meist fast gänzlich und daher kommt es, daß dasselbe erst nachdem es längere Zeit mit der Luft in Berührung

war, für Thiere athembar wird und Fische in frischem Quellwasser aus Luftmangel ersticken. — Der Sauerstoff verleiht dem Wasser keinen Wohlgeschmack, wohl aber thut dies die Kohlensäure, an welcher das Quellwasser stets ziemlich reich ist. Die dem Wasser beigemischten mineralischen Stoffe richten sich nach den verschiedenen Mineraltheilen, die der vom Wasser durchsickerte Boden enthält. Das Trinkwasser enthält in der Regel soviel unorganische Nahrungsstoffe, daß es fast allein hinreicht, diese dem Organismus zuzuführen.

Als Trinkwasser empfiehlt sich am meisten das Quell- und Brunnenwasser, denn diese Wässer, obschon sie niemals chemisch rein, sind am schmackhaftesten und führen dem Körper nicht blos Wasser, sondern auch wichtige, für die Knochenbildung unentbehrliche Kalksalze zu. Regenwasser und destillirtes Wasser, welchen die Mineralbestandtheile fehlen, müssen erst durch Zusatz von Salzen, besonders von Kochsalz zum Gebrauche als Trinkwasser tauglich gemacht werden. — An ein gutes trinkbares und gesundes Wasser sind aber folgende Anforderungen zu stellen: es muß vollkommen klar und farblos, krystallhell sein und dies auch bei längerem Stehen an der Luft bleiben; es muß perlen, also Luft, zumal Kohlensäure enthalten; es muß möglichst frei von organischen Stoffen und deren Zersetzungsproducten: Ammoniak und Salpetersäure sein, und darf nur Spuren von salpetersauren Salzen enthalten; es muß völlig geruchlos sein und von reinem erquickendem Geschmacke, ohne irgend welchen Beigeschmack; zur Sommerzeit muß es kälter, im Winter dagegen wärmer als die atmosphärische Luft sein (+ 10 bis 15° C. oder 8 bis 12° R.). Die salpetersauren Salze des Wassers stammen nur zum kleinsten Theile aus der Atmosphäre; zum größten Theile werden sie demselben wie die mannigfachen organischen Verunreinigungen durch in die Brunnen und den Boden gesickerte Flüssigkeiten beigemischt, welche aus Cloaken, Abflußkanälen, Fabriken u. dergl. stammen. Klarheit, Farb-, Geruch- und Geschmacklosigkeit des Wassers beweisen aber noch durchaus nicht mit Sicherheit das Fehlen von Verunreinigungen. — Auch das klarste Wasser, wenn es längere Zeit gestanden hat, setzt einen trüben Ueberzug an das Glas ab, und zwar deshalb, weil die Kohlensäure, die den kohlensauren Kalk aufgelöst erhielt, entwichen ist und nun die Kalksalze sich ausscheiden. — Wer auf Reisen viel verschiedenes Wasser trinken muß, thut gut, demselben etwas Spirituöses (Rothwein oder Rum, bittern Schnaps, von den beiden letzteren etwa einen Theelöffel auf ein Glas) zuzusetzen. — Bei großer Hitze löscht abgestandenes wärmeres Wasser den Durst besser als frisches kaltes Wasser. — Gegen die übermäßige Hitze unseres Innern schützt nichts besser als reichliches Trinken vielen und kalten Wassers, weil dieses unmittelbar eine gewisse Wärmemenge an sich nimmt, und weil es mittelbar durch Unterstützung des Schwitzens und Verdunsten des Schweißes Wärme ausführt. Eine schwitzende Haut giebt viermal so viel Wärme ab, als eine trockene; schwitzende Menschen haben weniger von der Hitze zu leiden, als solche mit trockener

Haut. Feuerarbeiter können andauernd furchtbare Hitze ertragen, wenn sie viel trinken und tüchtig schwitzen. Auf Märschen in der Sonnenhitze muß oft und viel Wasser (mit einer kleinen Menge spirituösen Getränks) getrunken werden, wenn die Hitze nicht schaden soll. — Um das Trinkwasser kühl zu erhalten, bewahrt man es in den heißen Ländern in porösen Thongefäßen ohne Glasur (Alcaraza's) auf, durch deren Wände beständig etwas Wasser herausschwitzt und nun durch sein Verdunsten Kälte entwickelt, die das Gefäß und seinen Inhalt abkühlt. Haben sich nach einiger Zeit die Poren dieser Gefäße durch den ausgeschiedenen Kalk verstopft, so hört die kühlende Eigenschaft derselben auf; sie sind aber wieder brauchbar (porös) zu machen, wenn man den Kalküberzug durch mit Salzsäure angesäuertes Wasser auflöst und entfernt. Durch ein solches Wasser sind auch Trinkwasserflaschen leicht von ihrem Bodensatz zu befreien. — In Folge von Verunreinigungen des Trinkwassers (besonders mit mikroskopischkleinen Pflanzen und Thieren, und mit Producten der Fäulniß organischer Substanzen: Leichen und Ausleerungen von Thieren, Abgängen des Lebens, Haushaltes und der Industrie) kann dieses Ursache zu mancherlei schweren Erkrankungen (Cholera, Typhus, Ruhr) werden. Besonders geben die Cloaken, Abflußkanäle, Friedhöfe, Fabriken ꝛc. in der Nähe (bis zu 6 und mehr Meter) von Brunnen häufig Veranlassung dazu. Durch die Sorge für gutes, reines Trinkwasser kann eine Menge von infectiösen Krankheiten verhütet werden, denn das Trinkwasser ist ein Verbreitungsmittel für faulende, krankheiterzeugende Stoffe. Um unreines Wasser trinkbar zu machen, giebt es verschiedene Reinigungsweisen. Das Kochen zerstört die organischen Stoffe; da hierdurch aber alle Luft ausgetrieben wird, so bekommt das gekochte Wasser einen faden Geschmack. Dieser kann dann in Etwas dadurch verbessert werden, daß man dieses Wasser in einem verschlossenen Glasgefäße einige Zeit mit Luft schüttelt oder Kohlensäure zusetzt. Zur Klärung und Verbesserung unreinen Wassers dient die Filtration desselben durch Pulver von frisch geglühter Holzkohle (besonders sogen. plastischer Kohle, einer Zusammensetzung von Kohle und Thon), weil diese die Eigenschaft hat, den Flüssigkeiten riechende, faulende und faulig-schmeckende organische Substanzen mit großer Kraft zu entziehen. Die Kohlefilter bleiben allerdings nur wirksam, wenn sie häufig gereinigt werden. Das letztere geschieht so, daß die Kohle zuerst mit verdünnter Salzsäure und dann wiederholt mit Wasser ausgewaschen, getrocknet und sodann unter Luftabschluß in einem bedeckten irdenen Gefäße von feuerfestem Thone im Kohlenfeuer geglüht wird. — Die sicherste Reinigung des Wassers findet durch Destillation statt; dieselbe entzieht aber, außer den schädlichen Stoffen, dem Wasser auch die Luft und die Salze, welche jedoch künstlich wieder beigemischt werden können. Kann unreines Trinkwasser weder gekocht noch destillirt

werden, dann setze man wenigstens eine geringe Menge von übermangansaurem Kali*) bei, so daß das Wasser kaum gefärbt erscheint. Durch Alaun, Kalkwasser, gerbstoffhaltige Substanzen (chinesischer Thee, Kaffee) werden die organischen Stoffe niedergeschlagen. — Nachgewiesen können organische Stoffe im Trinkwasser werden: durch Zusatz einiger Tropfen Goldchloridlösung oder einer Lösung von übermangansaurem Kali oder Natron, wodurch ein dunkler brauner Niederschlag entsteht, wenn organische Stoffe vorhanden sind. — Zur Geschmacksverbesserung des Trinkwassers setzt man demselben Essig, Zucker, saure und süße Fruchtsäfte, Weine und andere Spirituosen zu. Diese Stoffe können das Wasser allerdings wohlschmeckend machen, sind aber nicht im Stande, die Wirkungen schädlicher Beimengungen aufzuheben. — Neuerlich werden bleierne Leitungsröhren zur Wasserleitung verwendet, weil das durchgeleitete Wasser kein Blei auflöst. Trotzdem ist es doch gut, von Zeit zu Zeit nachzuforschen, ob das Wasser nicht Blei enthält, denn es ist dies möglich, wenn das Wasser mit Luft in Berührung in den Röhren stagnirt. Dies geschieht auf die Weise leicht, daß man zu einem Glase Wasser etwas Schwefelwasserstoff-Ammoniak zusetzt. Entsteht dadurch eine braune Färbung, welche durch nachher zugesetzte Weinsteinsäure nicht wieder verschwindet, so ist Blei vorhanden. — Rohes Eis und Eiswasser sollen mit die Ursache der Verbreitung von Eingeweidewürmern sein, da in den Wässern der Wiesen die Keime der Entozoen in großer Menge enthalten sind. Ueber den Einfluß des im Erdboden enthaltenen Wassers, des sogen. Grundwassers, auf die Gesundheit soll weiter unten ausführlich die Rede sein.

Die Wässer, mit denen wir es im gewöhnlichen Leben zu thun haben, bezeichnet man als süße, salzige und stehende Gewässer. — Das süße Wasser, welches uns zum Getränk dienen kann, kennen wir als Regen-, Quell-, Brunnen- und Flußwasser. — Das Regenwasser ist zwar das reinste der süßen Gewässer und schmeckt deshalb eigenthümlich fade, enthält aber dennoch Spuren von Kohlensäure, Salzen (Kochsalz), Ammoniak und atmosphärischer Luft. Daß nicht selten das Regenwasser noch mit solchen staubförmigen und gasartigen Stoffen verunreinigt sein muß, welche sich in der Atmosphäre gerade aufhielten, ist natürlich. So ist Stadtregenwasser stets unreiner als Landregenwasser, es enthält namentlich schweflige Säure und Schwefelsäure beigemengt, welche aus den Steinkohlenfeuerungen entstammen. In wasserarmen Gegenden sammelt man das Regenwasser in Cisternen. Dem geschmolzenen Schneewasser mangeln die Gase des Regenwassers; es soll, wie die kanadischen Jäger behaupten, den Durst nicht zu löschen vermögen. — Das Quellwasser ist ursprünglich Regenwasser, welches durch die Erde filtrirt ist, aber an irgend einer abhängigen Stelle auf festem Grunde sich zu einem Strahl ansammelt und so an der Oberfläche wieder zum Vorschein kommt. Die Bestandtheile des Quellwassers sind nach dem Boden, welchen es durchdringt, sehr verschiedenartige; von Gasen enthält es Kohlensäure und atmosphärische Luft (von ersterer mehr, von letzterer weniger als das Regenwasser), von festen Substanzen ge

*) Eine Lösung von übermangansaurem Kali soll enthalten 1 Theil des reinen Salzes in 100 Theilen Wasser.

wöhnlich kohlensaure, schwefelsaure und salzsaure Erden und Alkalien (Kalk, Natron, Kochsalz) aufgelöst. Die Temperatur des Quellwassers, gewöhnlich + 7—12° C. oder 6—10° R., hängt von der Wärme der Erdschichten ab, durch welche dasselbe emporsteigt, und richtet sich sonach hauptsächlich nach der Tiefe des Ursprungs der Quelle. — Das Brunnenwasser ist dem Quellwasser ziemlich ähnlich, allein weil es langsamer als dieses durch die Erde filtrirt, hat es einen größeren Reichthum an erdigen Stoffen, besonders an kohlensaurem und schwefelsaurem Kalk, und dieser Reichthum ist um so größer, je mehr Kohlensäure darin vorhanden, welches die Auflöslichkeit des Kalkes befördert. Die Menge jener Kalksalze bedingt die Härte des Brunnen- und Quellwassers, welche sich recht gut dadurch mindern läßt, daß man durch Kochen die Kohlensäure austreibt, worauf sich ein großer Theil der Kalksalze ausscheidet (als Topf- oder Kesselstein anlegt). Hartes Wasser taugt übrigens seines Kalkgehaltes wegen weder zum Kochen (besonders der Hülsenfrüchte und des Fleisches) noch zum Kaffee-, Thee- und Malzaufguß, noch auch zum Waschen (da die Seife gerinnt), Bleichen und Färben. Hierzu muß weiches Wasser verwendet werden, und ein solches ist das Regen-, Schnee- und Flußwasser; durch Zusatz von kohlensaurem oder doppeltkohlensaurem Natron (auf das Liter eine Messerspitze) läßt sich das harte Wasser zum Kochen der Hülsenfrüchte, des Kaffees und Thees (sowie auch zum Trinken) brauchbar machen. Indem nämlich durch das Sieden ein Theil des zur Auflösung des Kalkes nöthigen Wassers und der Kohlensäure verdunstet, setzt sich der Kalk auf den Schalen der Erbsen, Linsen 2c. ab, verhindert dadurch das Eindringen des Wassers und so das Erweichen und Garwerden der Speisen. Wenn größere Mengen Wassers in Behältern sieden, so setzt sich dieser Kalk als „Pfannen-, Topf- oder Kesselstein" an den Wänden derselben fest. Zusatz von Soda (kohlensaurem Natron) oder doppeltkohlensaurem Natron zum Wasser verhindert diese Kalkausscheidung (Steinbildung), denn die Kohlensäure der Soda erhält den Kalk aufgelöst; kohlensaurer Kalk und Natron sind dann im Wasser vorhanden. Die Entfernung des Kesselsteins durch Ausklopfen (nicht durch Salzsäure) wird bedeutend erleichtert, wenn man vorher Wasser mit einem Zusatze von Salmiak in dem Gefäße kocht, wodurch ein Theil des Kesselsteins aufgelöst und der Rest bröcklig und weich wird. Daß man mit hartem Wasser nicht gut waschen und bleichen kann, kommt daher, weil der Kalk die Seife nicht ordentlich auflösen läßt, sondern zersetzt, d. h. sich mit den fettigen Stoffen derselben zu einer schmierigen und klebrigen Masse, zu sogen. Kalkseife verbindet, die sich auf die Zeuge auflegt, sie rauh macht, mit einem Ueberzuge bedeckt und dadurch der Seife ihre Schmutz und Fett auflösende Eigenschaft benimmt. — Das Flußwasser, welches aus einer Vereinigung von Quell- und Regenwasser besteht, enthält außer den Stoffen dieser Wässer auch noch lösliche Bestandtheile des Flußbettes und muß deshalb in verschiedenen Flüssen sehr verschieden sein. Häufig, namentlich in der Nähe großer Städte, ist das Flußwasser auch noch mit organischen Substanzen verunreinigt. — Das Wasser der Landseen theilt im Allgemeinen die Eigenschaften des Flußwassers. — Zu den salzigen Gewässern gehört, abgesehen von den salzigen Mineralwässern, das Meer- oder Seewasser, welches etwa zwei Drittel unserer ganzen Erde einnimmt. Dasselbe zeichnet sich vor dem süßen Wasser durch seinen großen Salzgehalt (3 bis 4 Procent) aus, und dieser wird vorzugsweise durch Kochsalz, Bitter- und Glaubersalz bedingt. An verschiedenen Stellen des Oceans ist dieser Salzgehalt verschieden, am größten im stillen Ocean, am geringsten in der Ostsee und dem Schwarzen Meer. Zum Getränke für den Menschen ist das Meerwasser vollständig untauglich, da es den Durst nicht stillt und abführend wirkt, doch läßt es sich durch Gefrieren, Destilliren und Filtriren ganz oder zum großen Theile von seinen Salzen befreien und dadurch trinkbar machen. Für diesen Zweck führen die Schiffe besonders construirte

Apparate mit sich, durch welche das destillirte Meerwasser mit Luft imprägnirt und so von seinem faden Geschmack befreit wird. — Stehende Wässer in Sümpfen, Gräben, Teichen, Lachen ꝛc., welche vorzüglich in warmer Jahreszeit in Folge der Fäulniß organischer Substanzen dem Menschen schädliche Gase (Kohlen-, Phosphor und Schwefelwasserstoff) entwickeln, enthalten zu viel organische Substanzen und Fäulnißproducte, als daß sie trinkbar sein könnten, jedoch lassen sie sich durch Kochen oder durch Filtriren mit frisch geglühter Holzkohle, sowie durch Alaun etwas verbessern. Als Filter kann man Watte oder einen Trichter von Filz benutzen, und zum Durchseihen gebraucht man Schichten von Sand, von Kies und Steinen, zwischen welche mehrere dicke Lagen von grobem und feinem Kohlenpulver eingeschaltet sind. Auch das Hineinlegen von Eichenholzspähnen, sowie schon das bloße Kochen, machen derartiges unreines Wasser trinkbar.

**Mineralwässer** sind entweder kalte oder warme Quellwässer, welche auf ihrem längern oder kürzern Wege, den sie durch unsere Erdrinde bis zur Erdoberfläche machen müssen, mehr oder weniger von diesem oder jenem mineralischen Bestandtheile der Erdschichten aufgenommen haben. Jedoch müssen bei der Entstehung einiger dieser Wässer (wie bei den schwefel- und kohlensäurehaltigen Wässern) auch noch chemische Processe (Zersetzungen von Salzen) mitwirken. Der Gehalt der Mineralwässer an festen Theilen schwankt zwischen 0,2 und 15 Gr. auf 1000 Gr. Wasser; ihre Temperatur zwischen 6 bis 60 und noch mehr Grad (C.). Die vortheilhafte Wirkung vieler dieser Wässer hängt zum größten Theile vom bloßen Wasser und theilweise nur von den in ihnen enthaltenen Mineralstoffen ab, welche unsern Körper zusammensetzen helfen, wie: Eisen, Kochsalz, Kalk, Natron und anderen Salzen. Jedenfalls spielen bei sämmtlichen Brunnenkuren eine Reihe äußerer und zufälliger Einflüsse (die Entfernung aus den häuslichen Verhältnissen, der Genuß der freien Luft, die veränderte Diät und Lebensweise, klimatische Einflüsse und dergl.) eine die Kur wesentlich unterstützende Rolle.

Je nach ihrem Gehalt an bestimmten Stoffen theilt man die Mineralwässer in folgende Gruppen ein:

1. Alkalische Mineralwässer, enthalten vorzugsweise kohlensaures Natron und Kohlensäure, moussiren deshalb, wirken kühlend und erfrischend, den Harn treibend und die Magenverdauung sowie die Resorption anregend. Sie zerfallen in einfache Säuerlinge (mit wenig festen Bestandtheilen und viel Kohlensäure, wie Apollinaris, Harzer Sauerbrunnen, Liebwerda und die Marienquelle in Marienbad), in alkalische Säuerlinge, die reich an Kohlensäure und kohlensaurem Natron sind (Bilin, Vichy, Ober-Salzbrunn) und in alkalisch-muriatische Säuerlinge, die daneben noch Kochsalz enthalten (Ems, Selters, Krankenheil, Gleichenberg u. a.).

2. Glaubersalzwässer, ausgezeichnet durch einen hohen Gehalt an Glaubersalz (Karlsbad, Marienbad, Salzquelle von Eger und Elster u. a., wirken abführend und die Resorption vermehrend.

3. Bitterwässer, enthalten vorzüglich schwefelsaure Magnesia (Bittersalz) und wirken deshalb stark abführend (Epsom, Püllna, Saidschütz, Ofen, Friedrichshall u. a.).

4. Kochsalzwässer (Soolen) mit vorherrschendem Gehalt an Kochsalz und anderen Chlormetallen: a) einfache Kochsalzwässer mit geringerem

Kochsalzgehalt (Soden, Kissingen, Wiesbaden, Homburg, Baden-Baden u. a.); b) Soolen mit starkem Kochsalzgehalt (Nauheim, Reichenhall, Salzungen, Kösen, Sulza, Oeynhausen u. a.); c) Jod- und bromhaltige Soolen (Kreuznach, Hall, Krankenheil bei Tölz, Bex u. a.). Die Kochsalzwässer wirken anregend auf die Schleimhäute des Darms und des Athmungsorgans, vermehren deren Absonderungen und beschleunigen so den gesammten Stoffwechsel.

5. Stahl- oder Eisenwässer, welche eine beträchtliche Menge Eisen enthalten und deshalb einen tintenartigen zusammenziehenden Geschmack haben. In manchen Eisenwässern ist das Eisen (kohlensaures Eisenoxydul) an Kohlensäure gebunden und fällt, sobald die Kohlensäure durch Einwirkung der Luft oder durch Kochen vertrieben wird, als Eisenoxyd nieder. Findet sich in solchen kohlensaures Eisen enthaltenden Stahlwässern eine größere Menge freier Kohlensäure, so werden sie Eisensäuerlinge genannt. Die bekanntesten Eisenquellen sind: Pyrmont, Cudowa, Elster, Franzensbad, Spaa, Driburg, Alexisbad, Schwalbach, St. Moritz u. a. Man bedient sich ihrer, um Eisen in das Blut zu bringen (besonders bei Bleichsucht und Blutarmuth); jedoch belästigen sie sehr bald den Magen und Darmkanal.

6. Schwefelwässer enthalten Schwefelwasserstoff und lösliche Schwefelmetalle (Aachen, Baden bei Wien, Lenk, Nenndorf, Eilsen, Barèges, Bagnères de Luchon, Eaux-Chaudes u. a.). Sie riechen nach faulen Eiern und dienen hauptsächlich gegen chronische Hautleiden und Unterleibsverstopfungen.

7. Erdige oder kalkhaltige Wässer sind reich an kohlensaurem und schwefelsaurem Kalk (Wildungen, Lippspringe, Leuk, Contrexeville, Bath) und werden mit Vorliebe gegen Nieren- und Blasenleiden benutzt.

8. Indifferente Thermen oder Wildbäder, warme Quellen, die arm an festen und gasförmigen Bestandtheilen sind und hauptsächlich durch ihre Temperatur wirken (Teplitz, Gastein, Wildbad, Warmbrunn, Schlangenbad, Ragaz u. a.). Man wendet sie vorzugsweise gegen Rheumatismus, Gicht und Lähmungen an.

**Künstliche Mineralwässer** können die natürlichen vollständig ersetzen, obschon viele Aerzte gegen die ersteren noch eingenommen sind, meinend, daß diesen der eigenthümliche Brunnengeist fehle. Selbstverständlich ist aber ein gleicher Erfolg nur dann zu erzielen, wenn bei ihnen dasselbe diätetische Verhalten streng beobachtet wird wie bei jeder eigentlichen Brunnenkur. — Am gebräuchlichsten sind jetzt die künstlich bereiteten kohlensäurehaltigen Wässer (kohlensaures Wasser, Sodawasser, Selterswasser), welche man entweder dadurch bereitet, daß man Wasser (mit Hülfe verstärkten Luftdruckes) einfach mit Kohlensäure schwängert, oder so, daß man aus einem löslichen kohlensäurereichen Salze (doppeltkohlensaurem Natron) durch eine organische Säure (Weinsteinsäure) die Kohlensäure austreibt. Es ist darauf zu achten, daß die kohlensauren Wässer, die man jetzt an den verschiedensten Orten fabricirt, stets mit destillirtem Wasser hergestellt werden, wenn nicht ganz reines Brunnenwasser verwendet werden kann. Ihre Wirkung ist die der Säuerlinge. Für einen schlechten und schwachen Magen taugen freilich die kohlensäurereichen Wässer durchaus nicht. Ueberhaupt ist der zu reichliche Genuß von kohlensaurem Wasser der Gesundheit nicht zuträglich. — Künstliche kohlensaure Wässer können noch dadurch schädlich werden, wenn die Flaschen mit schlechtem Zinn- und Bleiapparate verschlossen werden, oder wenn in den Flaschen (Siphons) die Zuleitungsröhren aus Blei bestehen. Neuerdings werden auch vielfach solche künstliche Mineralwässer hergestellt, welche (wie das Lithionwasser, das pyrophosphorsaure Eisenwasser, kohlensaure Magnesiawasser u. a.) in der Natur nicht vorkommen und zur Erzielung ganz bestimmter Heilerfolge dienen sollen.

# Milch.

Die Milch ist weißes Blut nicht mit Unrecht zu nennen, denn sie gleicht diesem in ihrer Zusammensetzung fast ganz. Jedenfalls ist die Muttermilch ein Nahrungsmittel, auf dessen alleinigen Genuß die Natur den Menschen in seiner ersten Lebensperiode angewiesen hat. Für den Säugling kann die Milch durch keine andere Nahrung ersetzt werden; denn sie enthält alle Nahrungsstoffe in einer Mischung, die den Ernährungsverhältnissen des Säuglings am besten entspricht, kann demnach als ein vollkommenes Nahrungsmittel für die erste Lebenszeit bezeichnet werden. Dem Erwachsenen kann sie ebensowohl als Speise wie als Getränk dienen, und deshalb wird sie auch beinahe von allen Völkern vorzugsweise gern genossen. Nur die Garrow's und Noga's, halbwilde Stämme in Hinterindien, sowie die Cochinchinesen, sollen die Milch als ein unreines Nahrungsmittel verabscheuen. Man hat häufig die Milch auch für den Erwachsenen als Idealnahrung bezeichnet. Kann sich auch der erwachsene Mensch mit der Milch normal ernähren, so sind doch ihre Bestandtheile nicht alle in solcher Menge vorhanden, um auch für diesen eine zweckmäßige Nahrung zu bilden. Genießt man genügend Milch, um mit ihr den Bedarf an Kohlenstoff (Fett, Kohlenhydrate) zu decken, so führt man zu viel Eiweiß ein, was einer Verschwendung gleichkommt. Ueberdies würden bei ausschließlicher Milchnahrung die vielen Mineralbestandtheile der Milch, welche für den Säugling zum Aufbau seines Skelets ganz unentbehrlich sind, für den Darmkanal des Erwachsenen, dessen Knochenwachsthum abgeschlossen ist, nur ein unnöthiger und überflüssiger Ballast sein. Bei manchen Krankheiten und in den Fällen, wo ein gesteigerter Organansatz wünschenswerth erscheint, wird die reine Milchnahrung (Milchkur) mit gutem Erfolge angewendet, aber im Allgemeinen erregt die Milch bald Widerwillen, wenn sie als einzige Nahrung verwendet wird.

Die Milch ist eine in den Brustdrüsen weiblicher Säugethiere abgesonderte Flüssigkeit, welche sich undurchsichtig und von weißer Farbe, bisweilen aber bläulich oder gelblich gefärbt, und nach ihrem Gehalte an Milchzucker von mehr oder weniger süßlichem Geschmacke zeigt. Die Milch reagirt frisch schwach alkalisch oder neutral, selten schwach sauer.*) Am meisten wird vom Menschen die Milch gezähmter, kräuterfressender Thiere, namentlich der Kühe, Ziegen und Schafe, benutzt, jedoch genießen manche Völker auch die Milch der Stute und Eselin, des Kameels, Dromedars, Rennthiers und Lamas. Alle diese Thiermilchen unterscheiden sich nun aber ebensowohl unter

*) Um zu prüfen, ob die Milch alkalisch, neutral oder sauer reagirt, bedient man sich kleiner Streifen von Lakmuspapier. Blaues Lakmuspapier wird bekanntlich durch Säuren geröthet, geröthetes Lakmuspapier durch Alkalien blau gefärbt.

einander, wie von der des Menschen dadurch, daß die verschiedenen Milchbestandtheile in verschiedener Menge vorhanden sind. — Bleibt die Milch einige Zeit in Ruhe stehen, so bildet sich auf ihrer Oberfläche eine dicke, fettige Schicht, der sogenannte Rahm oder die Sahne (Schmetten, Oberes), während die darunter befindliche Flüssigkeit (entrahmte oder Schlickermilch) dünner und bläulich wird. Nach etwas längerem Stehen (besonders in der Wärme und bei Gewittern) wird die Milch sauer und gerinnt (wird zu einer dicken, fast breiigen Flüssigkeit); die grünliche Flüssigkeit zwischen und über den Gerinnseln schmeckt sauer und wird Molken genannt, das Geronnene ist der Quark, Käse.

Die chemisch-mikroskopische Untersuchung der Milch ergiebt, daß dieselbe vorzugsweise aus Wasser besteht (im Mittel 89%), in welchem sich als die hervorstechendsten Substanzen Eiweiß (Albumin), Milchzucker, die im Blute vorkommenden Salze (besonders phosphorsaurer Kalk und Kochsalz), Eisen und Extractivstoffe aufgelöst und ein anderer Eiweißkörper, der Käsestoff (oder das Caseïn) in aufgequollenem schleimartigen Zustande vorfinden. Die Salze zeigen eine auffallend ähnliche Mischung mit denen der Blutkörperchen. In dieser aus Käsestoff, Eiweißstoff, Milchzucker und Salzen bestehenden Flüssigkeit (d. i. das sogen. Milchplasma) schwimmen unzählige nur durch das Mikroskop wahrnehmbare fetthaltige Kügelchen, welche Milch- oder Butterkügelchen genannt werden und der Milch ihre weiße Farbe und Undurchsichtigkeit verleihen. Sie sind es, welche ihrer Leichtigkeit wegen beim Stehen der Milch sich obenan als Rahm sammeln und die Butter geben, denn sie bestehen aus mit einer zarten Hülle umgebenen Bläschen, in denen sich Butter befindet. Durch Schütteln und Schlagen, überhaupt durch jede starke Bewegung des Rahms (d. i. Buttern) kleben die Butterkügelchen, deren Hüllen größentheils zerreißen, zu Butter an einander, die aber immer noch etwas Käsestoff, Zucker und Salze enthält. — Die durch das Buttern ihres Fettes zum größten Theile beraubte Milch wird Buttermilch genannt. — Beim Kochen überzieht sich die Milch mit einer weißen Haut (Milchhaut), die, weggenommen, sich beständig wieder erneuert; sie besteht aus geronnenem Eiweiß. Sonach sind die Hauptbestandtheile der Milch außer Wasser: Eiweißstoffe, besonders Käsestoff, und etwas weniges Eiweiß (welches durch Hitze gerinnt, während der Käsestoff nur durch Säuren fest wird), Fette (die sogen. Butter, Glyceride der Butin-, Stearin-, Palmitin-, Myristin- und Oelsäure), Milchzucker, Salze (Kali-, Kalk-, Natron- und Phosphorsäureverbindungen), Eisen (und etwas Mangan), Lecithin, Extractivstoffe (Harnstoff, Kreatin und Kreatinin). Das Mengenverhältniß dieser Stoffe zu einander ist in den verschiedenen Milcharten verschieden und ändert sich auch in Etwas nach dem Genusse von verschiedenen Nahrungsmitteln. Stets enthält die Milch

in ihrer Flüssigkeit eine bestimmte Menge der im Organismus befindlichen Gase gelöst, besonders Kohlensäure neben etwas Stickstoff und Sauerstoff. Einen weitern Bestandtheil der Milch bilden die verschiedenen specifisch riechenden Stoffe der Hautabsonderung, welchen, abgesehen von dem Vorwiegen des Fettes und Zuckers, die Milch vorzugsweise ihren verschiedenen Geruch und Geschmack verdankt. Auf ihnen beruht z. B. der unangenehme Geruch und Geschmack der Ziegenmilch.

Die Kuhmilch ist reich an Käsestoff und Eiweißstoff (mit viel Phosphorsäure), an fester Butter und Salzen. In 100 Gewichtstheilen frischer und guter Kuhmilch schwanken, wie in der Milch aller Thiere, die Bestandtheile und zwar: der Käsestoff von 3—4 Proc., das Fett von 3—5 Proc., der Milchzucker von 3—5 Proc. und die Salze von $^1/_5$—$^1/_8$ Proc.; gewöhnlich 85 bis 89 Proc. Wasser. Die beim Melken zuletzt gewonnene Milch ist stets reicher an Butter als die zuerst abgemolkene. Das vollständige Ausmelken der Kühe ist daher, soll die Milch recht fett sein, unerläßlich. Die Schafmilch (mit 85 Proc. Wasser) enthält etwas weniger Käsestoff und Butter, aber etwas mehr Milchzucker als die Kuhmilch; die Ziegenmilch gleicht fast der Schafmilch: die Eselsmilch (mit 90 Proc. Wasser) ist weit ärmer an Käsestoff und Butter als Kuhmilch, dagegen weit reicher an Milchzucker; die Stutenmilch (mit 89 Proc. Wasser) enthält sehr wenig Käsestoff, dagegen sehr viel Fett und Milchzucker; die Kameelmilch soll ihres Fettreichthums wegen sehr dick sein, salzig-bitter schmecken und vor dem Genuß mit Wasser verdünnt werden; die Rennthiermilch ist sehr fetthaltig und soll im Winter einen unangenehm talgigen Geschmack haben. Auch die Milch von Schweinen, die, zwar mit Unrecht, fast gar nicht genossen wird, ist eine ganz vorzügliche. Die Frauenmilch (mit 89 Proc. Wasser) ist mehr bläulichweiß als die Kuhmilch und schmeckt süßer als dieselbe, sie säuert weniger leicht als andere Milch und beim Gerinnen wird sie nicht so dicht und fest; sie ist weit reicher an Milchzucker, aber ärmer an Käsestoff, Butter und Salzen als die Kuhmilch. Der Frauenmilch am ähnlichsten ist die Eselsmilch. Um Kuhmilch der Frauenmilch ähnlich zu machen, muß derselben, da sie an Käsestoff und Butter reicher ist, Wasser und Milchzucker zugesetzt werden. Nach einigen Untersuchungen soll die Milch von Brünetten reicher an Käsestoff, Zucker und Butter sein als die von Blondinen.

Das Sauerwerden und Gerinnen der Milch, welche einige Zeit an der Luft gestanden hat, beruht darauf, daß der in ihr enthaltene Milchzucker unter dem Einflusse eines Fermentes, der sogen. Milchsäurehefe, in Milchsäure umgewandelt wird (s. S. 66). Diese Säure bedingt dann ein Gerinnen und Niederschlagen des Käsestoffs und Eiweißes in der Milch, welche sich als eine dicke Gallerte (Quark, Käse) ausscheiden, die allmählich eine helle, durchsichtige, grünliche Flüssigkeit, Molken, auspreßt; die Milchkügelchen werden von dem geronnenen Käsestoff eingeschlossen. Ist die Milchsäure noch in unbedeutender Menge vorhanden, dann gerinnt die Milch erst beim Kochen (Zusammenlaufen der Milch).

Die Zellen der Milchsäurehefe (das Ferment der Milchsäuregährung) stammen aus der Luft. Durch Kälte, durch Abkochen wird die Gährung der Milch verzögert, durch mäßige Wärme beschleunigt. Unbedeutende Mengen saurer Milch rufen auch in der frischen Milch an sich Gährung hervor. Deshalb müssen alle Milchgefäße, besonders aber die Milchflaschen und Milchgeschirre der Säuglinge peinlich rein gehalten werden. Auch durch Zusatz von Säuren oder sauren Stoffen (von saurem Labmagen des Kalbes, Weinstein, Tamarinden) wird die Gerinnung der Milch (die Ausscheidung des Käsestoffs) bewerkstelligt.

Im menschlichen Magen wird die genossene Milch durch den sauren Magensaft stets zum Gerinnen gebracht. — Um das Sauerwerden zu verhüten, setze man etwas doppeltkohlensaures Natron (eine Messerspitze voll auf ein Liter, oder Borsäure (1,5 bis 2 Gramm) oder Salicylsäure ($^1/_2$ Gramm auf ein Liter Milch) zu; dieser Zusatz ist der Gesundheit vollkommen unschädlich und verändert den Geschmack nicht merklich. Auch säuerliche Milch kann durch diesen Zusatz entsäuert werden. Das Aufbewahren der gut zugedeckten Milch, in recht kühlen Kellern, womöglich in einem Wasserbad, ist sehr schützend. Das beste Verfahren der Milchconservation ist das Mabru'sche: es werden metallene Flaschen mit frischer Milch gefüllt, diese wird darin zum Kochen erhitzt und dann die Flasche hermetisch (luftdicht) verschlossen. Auf diese Weise kann die Milch mehrere Jahre lang unverändert aufbewahrt werden. Die einzige Veränderung von praktischer Bedeutung, welche durch dieses Verfahren nicht verhindert wird, ist die Abscheidung des Fettes, das sich bei längerem Schütteln (beim Transport) zu Butter zusammenballt. Zusatz von Eigelb soll dies verhüten. Es läßt sich die Milch auch dadurch ziemlich lange aufbewahren, daß man ihr weißen Rohrzucker zusetzt und sie dann im luftleeren Raum abdampft (d. i. concentrirte oder condensirte Schweizermilch), oder das durch weiteres Eindampfen erhaltene rahmfarbene Pulver zu Tafeln preßt, welche als Milchtafeln in den Handel kommen. Für Feldzüge und überseeische Reisen empfiehlt sich die condensirte Milch durch ihre Haltbarkeit am meisten. Für den Hausbedarf bewahre man die Milch in einem Eisschranke, Eiskeller oder doch wenigstens in einem Keller auf; oder man siede sie öfters (wenigstens einmal in 24 Stunden) ab. — Als Molken oder Schotten bezeichnet man die Flüssigkeit, welche nach dem Gerinnen der Milch zurückbleibt; man nennt sie natürliche oder künstliche, je nachdem die Milch entweder beim längern Stehen durch die Luft oder durch Zusatz von etwas Saurem zur Gerinnung gebracht wurde. Es besitzen sonach die Molken äußerst wenig Fett und Käsestoff, wohl aber enthalten sie die Salze der Milch, Milchsäure und noch etwas Milchzucker. Jedenfalls muß also die Milch weit nahrhafter sein als Molken. Die Wirkung der Molke als Genuß- oder Nahrungsmittel beruht wesentlich auf ihrem reichen Gehalt an Zucker und Milchsalzen. — Buttermilch heißt der nach Entfernung des Fettes (nach dem Buttern) zurückbleibende und etwas säuerlich gewordene Theil der Milch, welcher noch aus Käsestoff, Milchzucker und Milchsäure, den Milchsalzen und nur sehr wenig Fett besteht. Es besitzt also die Buttermilch noch die Hauptmenge der Nahrungsstoffe der Milch und ist demnach noch immerhin ein schätzbares Nahrungsmittel. — Durch Zusatz eines Fermentes (alter Kumys) kann sehr zuckerreiche Milch, besonders Stutenmilch, in alcoholische Gährung übergehen (wobei der Milchzucker wahrscheinlich zu Lactose und dann zu Alcohol verwandelt wird), wie beim Kumys der Tartaren. Der Kumys ist ein angenehmes, kühlend-durstlöschendes Getränk; er enthält weniger Nährstoffe (Käse, Fett, Zucker) und Salze wie die frische Milch, von welcher er sich durch reichlichen Gehalt an Milchsäure, Kohlensäure und Alcohol unterscheidet. — Die blaue Milch der Kühe verdankt ihre Farbe dem Anilinblau, entstanden aus dem Käsestoff durch Vermittelung von Vibrionen oder niederen Schimmelpilzen. Ihr Genuß ist für Kinder gesundheitsschädlich.

Die Nahrhaftigkeit und Verdaulichkeit der Milch ist nach ihrem verschiedenen Gehalte an Käsestoff und Butter etwas verschieden. Je mehr sie nämlich von diesen beiden Substanzen enthält, desto nahrhafter, aber um so weniger leicht verdaulich ist sie, während umgekehrt eine käsestoff- und butterarme Milch viel leichter verdaut wird, aber nicht so nahrhaft ist. Auch kommt dabei noch sehr viel auf die Beschaffenheit des Käsestoffs und des Fettes (der Butter) an; es handelt

sich darum, ob der erstere zu einer festeren oder mehr lockeren Masse gerinnt und ob das letztere ein flüssigeres oder ein festeres Fett ist. So gerinnt der Käsestoff der Frauenmilch im Magen zu einer lockeren, gallertartigen, leicht wieder löslichen Masse, während der Käsestoff der Kuhmilch zu harten Ballen gerinnt, die nur schwer von den Verdauungssäften wieder aufgelöst werden. Stuten- und Eselinnenmilch stehen in dieser Hinsicht der Frauenmilch am nächsten. Sodann hat ferner noch die Beschaffenheit des Magens und Magensaftes großen Einfluß auf die Verdauung der Milch. Denn innerhalb des Magens gerinnt die Milch in Folge der Einwirkung des sauren Magensaftes und es bilden sich dabei nach der Menge und Gerinnbarkeit des Käsestoffs größere oder kleinere, festere oder weichere Quarkstückchen, welche dann vom Magensafte durchzogen und allmählich, wenigstens theilweise, wieder flüssig gemacht werden müssen. Sind diese Quarkstückchen groß, fest und von viel Butter umgeben oder durchzogen, dann kann der wässerige Magensaft nicht gehörig in dieselben eindringen und eine richtige Auflösung bewerkstelligen. Das Milchplasma (mit Salzen und Zucker), welches sich von dem Käsestoffgerinnsel getrennt hat, wird ziemlich schnell theils durch den Pförtner, theils durch Aufsaugung aus dem Magen entfernt. Der Zusatz von kohlensaurem Natron oder eines diese Substanz enthaltenden Mineralwassers zur Milch scheint den Käsestoff derselben verdaulicher zu machen, sowie auch das Entfernen eines Theils der Butter die Milch besser verdauen läßt. Um zu verhüten, daß sich zu große Quarkstückchen im Magen bilden, muß man die Milch in kleinen Schlucken und gleichzeitig Brod und dergleichen genießen, weil durch die Brodstückchen der gerinnende Käsestoff vertheilt wird und nur kleinere Gerinnsel bildet. Daß beim Milchgenuß häufig abnorme Säurebildung beobachtet wird, erklärt sich aus der Leichtigkeit, mit welcher der Milchzucker in Milchsäure und diese in Buttersäure übergehen kann, zumal wenn die Aufsaugung im Magen verlangsamt ist. *Frischgemolkene* (alkalische) *Milch*, gleich beim Melken getrunken, soll mitunter besser als gestandene (bereits oxydirte) vertragen werden. Daß Verschleimung durch die Milch entstehen soll, ist eine Alteweiber-Phrase.

Sonach gehört die Milch, besonders Kuhmilch, nicht gerade zu den sehr leicht verdaulichen Nahrungsmitteln, wohl aber, wenn sie käse- und butterreich ist, zu den nahrhaftesten. Es ist einem schwachen, kranken Magen kräftige Fleischbrühe mit zerrührtem Ei (das Weiße und das Dotter) weit mehr zu empfehlen als Milch. Vorzüglich muß nun aber bei kleinen Kindern, welche mit Kuhmilch aufgezogen werden, auf die Beschaffenheit und Zubereitung dieses Nahrungsmittels die gehörige Rücksicht genommen werden, sowie auch die Ernährung stillender Mütter und Ammen nicht ohne Bedeutung für die Milchabsonderung ist. — Ein *Heilmittel* kann die Milch, wenn sie nämlich zur Haupt-

nahrung gemacht wird, insofern sein, weil sie viel und gutes Blut zu erzeugen im Stande ist. Deshalb ist sie bei blutarmen Personen und bei schlechter Blutbeschaffenheit und Ernährung sehr zu empfehlen.

Die Kennzeichen einer guten Milch sind: sie ist gelblich weiß, nicht blau-weiß, nicht durchscheinend, zwischen den Fingern fettig anzufühlen, nicht unangenehm riechend, mild und süß schmeckend, beim Verdampfen eine Haut auf ihrer Oberfläche bildend und darf weder blaues Lakmuspapier (s. S. 438) deutlich röthen, noch rothes stark bläuen. Ein Tropfen gute Milch muß beim Eintröpfeln in reines Wasser untersinken, und auf dem Fingernagel eine halbkugelige Gestalt behalten, nicht aus einander fließen. — Je mehr Butter die Milch enthält, desto mehr bekommt ihre Farbe einen Stich in's Gelbliche und eine desto größere Rahmschicht sammelt sich auf der Oberfläche an. — Verfälscht wird die Milch am häufigsten durch Wasserzusatz, manchmal bis zur Hälfte; dickflüssiger macht man sie und die Sahne dann wieder durch Mehl, Stärke, Eigelb, Hanf- und Leinsamenemulsion, Reis-, Kleien- und Gummiwasser, Dextrin, Arowroot, Traganth, feingeriebenes Hammelgehirn, auch setzt man wohl Curcuma zur Beseitigung der bläulichen Farbe bei. Sauergewordene Milch wird nicht selten mit Soda (kohlensaures Natron), Borax, Salicylsäure oder auch mit Kreide versetzt. Stärke und stärkehaltige Zusätze (Mehl, Arowroot), die zerquetschten Nervenfasern können durch das Mikroskop, die Stärke auch durch Jodlösung erkannt werden. Beim ruhigen Stehen lagert sich das Mehl, die Stärke und das Dextrin am Boden ab. Hat man beobachtet, daß die Milch beim Stehen einen Bodensatz bildet, so gießt man sie möglichst über demselben ab, erhitzt den letzten, den Bodensatz enthaltenden Rest der Milch zum Sieden und fügt nach dem Erkalten Jodlösung hinzu, bis die Milch dauernd gelb oder bei Gegenwart von Stärke und Mehl blau gefärbt erscheint. Dextrin wird durch Jod nicht blau wie die Stärke, sondern schwach amaranthroth gefärbt. Samenemulsionen gerinnen beim Kochen, Kreide bildet beim Stehen der Milch einen Bodensatz, der nach dem Abgießen der Milch mit Säuren (Salzsäure) aufbraust. Curcuma verräth sich beim Zusatz von Alkali (Soda) durch braune Färbung. Um die künstliche Verdünnung der Milch nachzuweisen, erfand man die Milchwage und den Rahmmesser. Das specifische Gewicht der guten gesunden und reinen Milch ist nur sehr geringen Schwankungen unterworfen. Es genügt daher in den meisten Fällen, mit Hülfe eines empfindlichen Aräometers das specifische Gewicht der Milch zu ermitteln. Ein für diesen Zweck sehr geeignetes Instrument ist die Milchwage oder das Lactodensimeter von Quevenne in der von Ch. Müller in Bern angegebenen Modification; das specifische Gewicht der unverdünnten, nicht abgerahmten Marktmilch soll bei 15° C. nur zwischen 1.029—1.033 schwanken, dasjenige der halbabgerahmten zwischen 1.031—1.034; je 3 Grad unter 1.029 lassen auf einen Wasserzusatz von 10 Procent schließen. Weiterhin untersucht man den Rahmgehalt der Milch vermittels des Rahmmessers oder Cremometers von Chevalier. Derselbe besteht aus einem gläsernen Cylinder, der bis zu einer Marke etwa $^1/_4$ Liter Milch zu fassen vermag, der Raum unter dieser Marke ist in 100 gleiche Theile zerlegt und die Scala von 0—50 auf der Glaswand aufgetragen. Man füllt den Cylinder bis zur Marke mit der vorher tüchtig gemischten Milch und stellt ihn an einem etwa 15° C. warmen Orte 24 Stunden zur Seite. Im Sommer empfiehlt es sich, der Milch für diese Probe eine halbe Messerspitze voll gepulverten doppeltkohlensauren Natron zuzusetzen. Die nach Verlauf dieser Zeit entstandene Rahmschicht soll bei „ganzer" Milch nicht unter 10—15, bei halbabgerahmter nicht unter 5—6 Theilstriche (Volumprocente) betragen. Wird diese Rahmschicht vorsichtig entfernt, so kann man die übrigbleibende Magermilch noch mit der Milchwage auf ihr specifisches Gewicht prüfen. Diese drei Beobachtungen: spec. Gewicht

der ursprünglichen Milch (bei 15° C.), die in 24 Stunden abgeschiedene Rahmmenge in Volumprocenten und das spec. Gewicht der Magermilch, erlauben mit größter Bestimmtheit eine absichtliche Verschlechterung der Milch durch Abrahmung oder Wasserzusatz zu erkennen. Eine andere Probe ist die Donné'sche Milchprobe, welche die Menge des in der Milch enthaltenen Fettes zum Anhaltepunkte nimmt. Es wird nämlich vermittels bestimmter Instrumente (Lactoskope von Donné, Vogel, Feser) bestimmt, welche Dicke die Milchschicht haben muß, bei der eben das Licht einer hinter ihr befindlichen Kerzenflamme nicht mehr wahrgenommen wird. Diejenige Milchsorte enthält am wenigsten von dem undurchsichtigen Fett, von welcher man die dickste Schicht einschalten muß. Doch soll man sich bei allen Milchprüfungen auf das Lactoskop allein nicht verlassen, sondern daneben immer noch Milchwage und Rahmmesser zu Rathe ziehen.

Was den Einfluß der Nahrungsmittel auf die Beschaffenheit der Milch betrifft, so lehren Versuche, daß derselbe unleugbar ist, daß fettreiche Nahrung und Ruhe (Stallfütterung) den Buttergehalt vermehren, daß bei reichlicher gemischter, besonders eiweißreicher Nahrung, die Milch reich an Käse und Butter wird. Soll die Kuh gute Milch liefern, so muß mit ihrem Futter durchaus häufig gewechselt werden, denn bei ganz gleichmäßigem Futter giebt sie stets nur mittelmäßige und wenig Milch. Auch ist erwiesen, daß je mehr Flüssigkeit die Thiere (auch Menschen) zu sich nehmen, die Milchabsonderung um so reichlicher wird, ohne daß die Qualität der Milch sich änderte. Deshalb ist Stillenden der reichliche Genuß von Flüssigkeit (Bier) anzurathen und milchenden Thieren giebt man darum wasserreiches Futter (Schlempe) und Salz (Lecksteine). In den Frühlings- und ersten Sommermonaten, wo anstatt der trockenen Stallfütterung grünes Futter gegeben wird, bekommt die Milch kleinen Kindern oft nicht gut; sie ist dann mit Soda oder gebrannter Magnesia (1 Messerspitze auf $^1/_2$ Liter) abzukochen.

Die Milch als Krankheitsursache. In welcher Weise die Milch durch Krankheiten, Arzneistoffe und Gemüthsbewegungen verändert wird, ist noch nicht erforscht. Zahlreiche Erfahrungen der Aerzte lassen es aber unzweifelhaft erscheinen, daß durch heftige Gemüthsbewegungen die Milch bedeutende Veränderungen erfahren könne, so daß sie auf die Gesundheit des Säuglings nachtheilig, ja sogar tödtlich wirken kann. Eine kranke (besonders brustkranke) und Arznei nehmende Mutter oder Amme darf nie stillen, und die Milch von kranken Thieren, namentlich aber von solchen, die mit giftigen und vielleicht in die Milch übergehenden Arzneimitteln (Quecksilber, Arsenik u. s. w.) behandelt werden, soll nicht genossen werden. Die Kuh, von welcher ein Säugling die Milch erhält, soll wenn irgend möglich, stets genau untersucht werden (vorzüglich schwindsüchtiger Lungen, Perlsucht wegen). Da nachweislich Krankheiten, besonders die Maul- und Klauenseuche sowie die Perlsucht (eine bei Stallfütterung recht häufige, mit der Tuberculose identische Krankheit) durch die Milch von der Kuh auf den Menschen übertragen werden können, so sollte die Milch, wenn man nicht bestimmt weiß, daß sie von einer gesunden Kuh stammt, nur gekocht genossen werden. Das Abkochen vermindert die Gefahr. — Durch Milch, welche in einem Typhuskrankenzimmer gestanden hatte und von einer Typhuskrankenpflegerin gemolken war, soll das Typhuscontagium (wie durch Trinkwasser) verschleppt worden sein. Auch für das Scharlachcontagium behauptet man das Gleiche. — Eine bekannte Thatsache ist, daß die Farbe der Milch nach dem Genusse gewisser Pflanzen eine besondere Färbung annehmen kann; so wird sie beim Füttern mit Safran gelb, Färberröthe roth, bei indigohaltigen Gewächsen blau; durch bittere Kräuter erhält auch die Milch einen bittern Geschmack, und würzige Kräuter machen den Geruch derselben aromatisch; Jod geht sehr leicht in Milch über. — Milch von Kühen, welche mit Bierträbern, Kartoffelschlempe und anderen gährenden Massen

oder mit wilden Senf enthaltenden Oelkuchen gefüttert werden, kann unter Umständen Krankheitserscheinungen hervorrufen. — Vor einigen Jahren hat man in Rom choleraähnliche Erkrankungen beobachtet, die durch den Genuß von Ziegenmilch hervorgerufen waren. In dem Futter der Thiere fanden sich die giftigen Herbstzeitlosen und in der Milch ließ sich das in diesem enthaltene höchst gefährliche Gift, das Colchicin, nachweisen. Die Ziegen befanden sich in völliger Gesundheit und es scheint demnach, daß sie, wie dies von Schierling und Tabak bereits bekannt war, auch Herbstzeitlose, die auf Kühe äußerst giftig wirkt, ohne Gefahr zu sich nehmen können.

Da die bei der Aufbewahrung der Milch alsbald auftretende Milchsäure Kupfer, Zink und Blei leicht auflöst, wobei sich sehr giftige milchsaure Salze bilden, so darf Milch niemals in kupfernen oder blechernen oder Zink-Gefäßen aufbewahrt werden. Man wähle deshalb zur Aufbewahrung der Milch vorzugsweise hölzerne oder gläserne Gefäße, denn auch irdene, blecherne und eiserne Geschirre können die Milch giftig machen, wenn sie eine schlechte bleihaltige Glasur oder Verzinnung haben. Die schädliche Wirkung der sauergewordenen Milch auf den kindlichen Organismus ist bekannt und soll bei der Pflege des Säuglings näher besprochen werden.

Ein Ersatzmittel für die Muttermilch, welches diese aber niemals vollständig ersetzen kann, hat Liebig in seiner „Suppe für Säuglinge" angegeben. Das Verfahren bezweckt, die Kuhmilch durch Zusatz von Weizenmehl und Umwandelung desselben in Dextrin und Zucker der Menschenmilch gleich zu machen. Die letztere enthält, wie oben erwähnt, weniger Käsestoff und Salze, als die Kuhmilch und dem kann durch passende Verdünnung der Kuhmilch abgeholfen werden; sie enthält aber auch mehr Zucker und mehr freies Alkali (reagirt stärker alkalisch) als die Kuhmilch.

Zur Bereitung der Liebig'schen Suppe braucht man 18 Gramm feines Weizenmehl, 18 Gramm auf der Kaffeemühle gemahlenes Gerstenmalz, 30 Tropfen einer Lösung von kohlensaurem Kali (die Lösung fertigt man sich durch Auflösung von 1 Theil kohlensaurem Kali auf 8 Theile Wasser), 175 Gramm abgerahmte Kuhmilch. Aus dem Mehle und der Milch mit den 30 Tropfen Kalilösung kocht man nun einen Brei, rührt das Malz mit 2 Löffel kaltem Wasser an und setzt es dem heißen Brei zu. Man läßt nun das Ganze an einem mäßig warmen Orte über einem Nachtlichte), dessen Temperatur man mit der Hand gut ertragen kann (60° C.), längere Zeit stehen und seiht es sodann durch ein feines Sieb. Wie bei der Bier- und Branntweinbereitung (s. S. 65 u. 68) wandelt das Malz das Stärkemehl des Breies, (welches Säuglinge in den ersten Lebensmonaten nicht oder nur sehr ungenügend verdauen können) in Dextrin und Zucker um, also in dieselben Stoffe, die bei der normalen Verdauung der Stärke entstehen. Der Brei wird dadurch dünnflüssig und süßschmeckend.

Neuerlich wird auch die Liebig'sche Suppe in Extractform in den Handel gebracht, wodurch eine schnellere Herstellung der Suppe ermöglicht wird. Auf ähnlichen Principien beruht das Nestlé'sche Kindermehl, in welchem Weizenstärke unter hohem Druck durch überhitzten Wasserdampf in Dextrin und Zucker verwandelt und sodann mit einer entsprechenden Menge von Nährsalzen und Milch versetzt ist. Es stellt ein feines gelbliches süß schmeckendes Pulver dar, welches mit der zehnfachen Menge Wassers aufgekocht wird. Freilich eignen sich die sogen. Kindermehle nur für ältere Säuglinge.

Während der Belagerung von Paris hat man verschiedene Milchsurrogate ersonnen. Man empfahl eine Mischung von Eiern und Zuckerzusatz und bereitete eine künstliche Milch dadurch, daß 50—60 Gramm Olivenöl oder flüssiges Pferdefett in einer Auflösung von 40—50 Gramm Zucker, 20—30 Gramm trockenen Eiweißes oder statt dessen Gelatine, sowie 1—2 Gramm Soda vermilcht (emulgirt) wurde.

# Butter.

Man gewinnt die Butter aus der Milch verschiedener Säugethiere, am häufigsten aus der Kuhmilch. In Oberägypten bereitet man Butter aus der Milch der Büffelkuh, in Indien aus Bisonmilch; auch aus Schaf- und Ziegenmilch läßt sie sich herstellen.

Die **Butter** oder das Milchfett wird dadurch gewonnen, daß man die frisch gemolkene Milch an einem temperirten Orte ruhig hinstellt, wodurch sich das Fett (die Butterkügelchen) seiner Leichtigkeit wegen als Rahm (Sahne, Schmant, Oberes, Nickel, Flott) auf der Oberfläche abscheidet, jedoch niemals ganz rein, sondern noch mit aufgelöstem Käsestoff vermischt. Dieser Rahm wird abgeschöpft und nun so lange gebuttert (d. h. bewegt, gerührt, geschlagen, gepeitscht), bis die Butterkügelchen zerplatzt sind und ihr Fettgehalt sich zu Klumpen zusammengeballt hat. Diese werden dann von der übrigbleibenden Flüssigkeit, der sogen. Buttermilch (bestehend aus Wasser, Käsestoff, Milchzucker, Salzen, etwas Fett und freier Buttersäure), geschieden, ausgewaschen und entweder ungesalzen oder gesalzen verzehrt. Die Kuhbutter besteht zu 91—92 Procent aus mehreren Fettarten (Palmitin, Stearin, Olein, Myristin und Glycerinverbindungen mit Butter-, Capron-, Caprryl- und Caprin-Säure), welchen letzteren der üble Geruch und Geschmack der verdorbenen Butter zuzuschreiben ist. — Die frische Butter ist niemals reines Butterfett, sondern enthält noch mechanisch eingeschlossen: Buttermilch (6—15 Procent Wasser, selbst etwas Käsestoff (1,5 Proc.) und Molke, wodurch die Butter schmackhafter und auch nahrhafter wird. Die Consistenz der Butter, sowie ihre Farbe und selbst der Geschmack wechseln nach der Jahreszeit, Nahrung der Thiere und Behandlung der Butter. — Die Butter erleidet (wie alle Fette) leicht eine Veränderung, bei welcher flüchtige Fettsäuren (s. S. 55) frei werden. Dieselbe ist als Ranzigwerden bekannt und wird wahrscheinlich durch niedere pflanzliche Organismen (s. S. 64) vermittelt. Der der frischen Butter beigemengte Käsestoff begünstigt diese Zersetzung, weshalb man die Butter in Mittel- und Norddeutschland stärker auswäscht und mit Salz vermischt (Salzbutter) oder in Süddeutschland durch Auslassen (Schmelzbutter oder Schmalz) von diesen Theilen befreit. Um ranzige Butter wieder schmackhaft zu machen, setze man kohlensaures Natron (4 Gramm auf $1^1/_2$ Kilo Butter) hinzu, wodurch die Säure neutralisirt wird, oder wasche sie mit Salicylwasser (1 Theil Salicylsäure auf 300 Theile Wasser) aus und spüle mit reinem Wasser nach.

Die Butter unterliegt hie und da verschiedenen Verfälschungen, welche hauptsächlich auf eine betrügerische Gewichtsvermehrung abzielen und, abgesehen von sehr reichlichem Wasser- und Käsegehalt, vorzugsweise in Zusätzen von schweren Stoffen (Mehl, Stärke, Kreide, Schwerspath, Gyps, Thon,

Borax, Salicylsäure, Alaun u. dergl.) bestehen. Auch sucht man der Butter durch Farbstoffe (Curcuma, Safran, Orleans, gelben Rübensaft u. dergl.) ein besseres Ansehen zu geben. Man kann die Butter auf folgende Weise prüfen: man fülle einen mit 100 gleichen Theilstrichen versehenen Glascylinder mit der zu prüfenden Butter, tauche denselben so lange in warmes Wasser, bis die Butter vollständig zerflossen ist und fülle so lange Butter nach, bis der Theilstrich bei 100 von der geschmolzenen Butter erreicht wird. Läßt man nun den mit einem guten Korke verschlossenen Cylinder im warmen Wasser stehen, so trennt sich bald das Butterfett von den wässerigen Theilen. Dann nehme man den Cylinder aus dem Wasser, rolle ihn in senkrechter Stellung zwischen den flachen Händen und lasse nun die Butter ruhig erkalten. Die Menge des Butterfettes soll bei guter Butter nicht unter 80 Volumprocente betragen, die wässerigen Theile dürfen also höchstens bis zum 20. Theilstriche reichen. — Ist die Butter mit mehligen Stoffen versetzt, dann zeigt sich dies, wenn man etwas Butter über einer Spiritusflamme erhitzt, kalt werden läßt und zu der untenstehenden Flüssigkeit einige Tropfen Jodtinctur setzt, wodurch eine violette oder röthliche Färbung entsteht. — Der Talggehalt der Butter läßt sich auf folgende Weise nachweisen: Man macht sich aus Drahtstückchen Dochthalter und bringt in dieselben 3 Millimeter breite Dochtstückchen (der Docht darf nicht stärker sein), setzt jedes in ein besonderes Gläschen, worin die zu untersuchende Butter vorsichtig bis zum Schmelzen erwärmt werden kann, zündet die Dochte an, bläst dann die Flamme nach 1—2 Minuten wieder aus und prüft die aus dem Dochte aufsteigenden Dämpfe auf ihren Geruch. Man erkennt sofort durch Vergleich mit den aus reiner Butter aufsteigenden Dämpfen die Verfälschung. — Durch Aufbewahren der Butter in schlecht glasirten Töpfen oder gar in metallenen Gefäßen kann dieselbe blei-, kupfer-, zinkhaltig und dadurch giftig werden.

In neuester Zeit wird fabrikmäßig aus Ochsen- und Hammelfett künstliche Butter und Schmelzbutter dargestellt, die ihres billigen Preises wegen vielfache Verwendung findet und auch den ärmeren Bevölkerungsclassen den reichlichern Genuß nahrhafter Fette ermöglicht. Bei der Darstellung der Kunstbutter wird das feinste Fett bei möglichst niedriger Temperatur ausgelassen und nach dem Erstarren einer kalten Pressung unterworfen. Von diesem ausgepreßten Fett werden 50 Kilogramm mit 25 Liter Milch in einem Butterfaß verarbeitet und schließlich in Knetmaschinen mit Wasser ausgewaschen. Geringere Sorten besitzen entschiedenen Talggeruch, während die feineren Sorten in Farbe, Geruch und Geschmack der Kuhbutter sehr nahe kommen. — Die künstliche Schmelzbutter besteht aus 2 Theilen flüssiger Schmelzbutter (künstliches Schmalzöl, welches durch Erhitzen von rohem, frischem Rapsöl mit 3—4 Proc. Stärke, nachfolgendem Abschäumen und Klären bereitet wird), und 1 Theil Rindstalg. Auch wird empfohlen eine Mischung von 1 Pfd. geschmolzenem Hammeltalg mit $^5/_4$ Pfd. gutem Mohnöl zu erhitzen und durchzuseihen.

## Käse.

Man gewinnt den **Käse** aus der Milch durch Gerinnung derselben, und diese geschieht entweder durch freiwilliges Sauerwerden mit Hülfe der Milchsäuregährung (s. S. 66; dann erhält man Sauermilchkäse), oder künstlich durch Zusatz von Kälberlab oder Säure (d. i. Süßmilchkäse). Der Käse enthält neben Eiweiß, Käsestoff, eine größere oder geringere Quantität Butter, Milchzucker und andere Milch-

stoffe. Entweder benutzt man abgerahmte Milch oder man wendet die Milch mit dem Rahm an. Im erstern Fall erhält man *mageren* Käse, der nur aus Käsestoff mit sehr wenig Butter besteht, im zweiten Fall *fetten* Käse (Schweizer, holländischen, englischen Käse). Letztere müssen natürlich nahrhafter als erstere sein. Wird der nicht abgerahmten Milch noch Rahm zugesetzt, dann erhält man *Rahmkäse*. Der fertige Käse erleidet mit der Zeit gewisse Veränderungen, die man als *Reifen* des Käses bezeichnet. Das Reifen, bei welchem die Hefe (s. S. 65) jedenfalls eine große Rolle spielt, scheint darauf zu beruhen, daß sich das Natron des Kochsalzes mit dem Käsestoff zu Natronalbuminat verbindet, welches im Wasser löslich ist, so daß dadurch der Käsestoff wieder in einen Zustand übergeführt wird, wie er ihn in der frischen Milch besitzt. Ein Theil des Käsestoffes erleidet eine fettige Umwandelung, während ein Theil der Fette einer Spaltung unterliegt, wobei Fettsäuren frei werden, die hauptsächlich den pikanten Geschmack und Geruch des reifen Käses bedingen. Der noch vorhandene Milchzucker wird dabei zu Milch- und Buttersäure, wobei Kohlensäure und Wasserstoff frei werden und die Löcher im Käse (besonders im Schweizerkäse) veranlassen. Die Bildung des sogen. *alten* Käses darf aber nicht zu lange fortgesetzt werden, weil er sonst durch große Mengen von Fettsäuren scharf und ranzig, übelriechend und schmierig wird. Bei weiter fortschreitender Fäulniß des Käses verbinden sich das entstehende Ammoniak und die Ammoniakbasen mit dem Käsestoff und bedingen dadurch das sogen. Speckigwerden des Käses. Daneben können sich auch Käsemilben und (blaue und rothe) Schimmelpilze entwickeln. — Der Käse ist eines der concentrirtesten Nahrungsmittel, aber er wird schwer verdaut, weil bei seinem compacten Zustande und Fettgehalte der Magensaft nicht gehörig in den Käse hineinziehen und den Käsestoff auflösen kann. Je härter und fettreicher der Käse also ist, desto schwerer verdaulich muß er sein, und es ist daher tüchtiges Zerkauen des Käses, um ihn verdaulicher zu machen, durchaus nöthig. Für Menschen mit kräftigem Magen und gesunder Verdauung ist er ein vorzügliches Nahrungsmittel. Besonders der verhältnißmäßig billige *Quark* (*Käsematte, weißer Käse*) empfiehlt sich als Zukost zu der eiweißarmen Kartoffel. Der alte Käse wirkt seines Gehaltes an flüchtigen Fettsäuren wegen mehr wie ein scharfes Gewürz auf den Magen (die Absonderung des Magensaftes fördernd) und wird deshalb vortheilhaft in geringer Menge am Schlusse der Mahlzeit genossen. Der Käse wird am häufigsten mit Kartoffeln und Stärkemehl verfälscht.

Die *verschiedenen Käsearten* unterscheidet man nach ihrem Fettgehalte: als *überfette* (durch Zusatz von Rahm), wie der Rahmkäse, der Greyerzer Käse (des Kantons Freiburg), der Romadour- und Stiltonkäse; als *fette* (aus nicht abgerahmter Milch), wie der Emmenthaler-, Chester-, Gloucester-, Parmesan-, Limburger-, Eidamer- und Holsteinische Käse; als *magere*

(aus abgerahmter Milch), wie die Handkäse oder deutschen Käse, und sehr magere (aus Molken), wie der Ziegen- oder Schottenkäse und der Kräuterkäse (mit Melilotenklee). — Es wird übrigens auch Käse aus der Milch der Büffelkuh, des Schafes, der Ziege und des Rennthieres bereitet.

Als mittlere procentische Zusammensetzung verschiedener Käse hat König folgende Tabelle mitgetheilt:

| | Weichkäse von Brie | Fettkäse, hart, (Schweizer, Holländer) | Halbfettkäse | Magerkäse |
|---|---|---|---|---|
| Wasser | 49,6 | 35,7 | 46,8 | 48,0 |
| Trockensubstanz | 50,4 | 64,3 | 53,2 | 52,0 |
| Eiweißstoffe | 16,6 | 27,2 | 27,6 | 32,6 |
| Fett | 25,3 | 30,4 | 20,5 | 8,4 |
| Milchzucker | 3,0 | 2,5 | 3,0 | 6,8 |

Nach Prof. Hofmann wurde von folgenden Sorten in Leipzig (1875) für je 1 Mark gekauft und fanden sich im

| | | getrocknete Bestandtheile | mit Eiweiß | und Fett |
|---|---|---|---|---|
| Harzer | Käse | 336 Gr. | 283 Gr. | 15 Gr. |
| Deutscher | „ | 544 „ | 477 „ | 16 „ |
| Limburger | „ | 324 „ | 241 „ | 27 „ |
| Parmesan | „ | 174 „ | 114 „ | 51 „ |
| Neufchateller | „ | 198 „ | 88 „ | 89 „ |
| Edamer | „ | 347 „ | 179 „ | 123 „ |

Das Käsegift, welches sich im ranzigen Schmier- und Handkäse entwickelt, ist wahrscheinlich ein Gährungsproduct und in chemischer Hinsicht noch nicht aufgeklärt. Es bedingt Schlund- und Magenschmerzen, Erbrechen, Schlingbeschwerden, Schwindel, Ohnmacht und Krämpfe. Die Behandlung muß in schleuniger Entleerung des Giftes mittels Brechen und Abführen, von Seiten des Arztes in Anwendung gerbstoffiger Mittel bestehen. Man hüte sich stets vor dem soeben in der Gährung begriffenen Käse, zumal wenn er sehr feucht ist und hervorstechend sauer riecht. — Um den Käse vor dem Eindringen von Würmern und Insekten zu bewahren, benetzen bisweilen Käsehändler denselben mit Lösungen von Arsenikpräparaten oder mit sogen. Fliegenpulver. Auch in Bleiplatten oder bleihaltige Zinnfolie und Staniol wird nicht selten Käse verpackt und man thut deshalb immer wohl daran, die Rinde des Käses abzuschneiden.

## Fleisch (Muskeln).

**Fleischbrühe; Fleischfett; Drüsen und Eingeweide; Blut; Wurst; leimgebende Gewebe.**

Das **Fleisch** gehört nächst der Milch zu den werthvollsten und nahrhaftesten Nahrungsmitteln, weil es fast alle diejenigen Stoffe in sich enthält, aus denen unser Blut und unser Körper zusammengesetzt sind. Fleisch macht Fleisch, giebt Kraft und Muth, und die Höhe des

Fleischverbrauches giebt geradezu einen Maßstab für die Thatkraft und die politische Bedeutung wie für den Wohlstand einer Nation. Wie die fleischfressenden Thiere an Muskelkraft und Schnelligkeit der Bewegungen den Pflanzenfressern weit überlegen sind, so überragen im Allgemeinen die vorzugsweise von Fleisch lebenden Nationen die von Pflanzenkost lebenden Völker an Thatkraft und Ausdauer, an Muskel- und Nervenkraft.

Außer dem Fleisch oder Muskelgewebe (s. S. 137 der höheren Thiere (Rind, Kalb, Schaf, Schwein, Pferd, Rennthier, Ziege, Kaninchen, Hirsch, Reh, Hase, Vögel, Fische) genießt der Mensch bekanntlich auch das Fleisch der Krebse, der Schnecken und Muscheln (Austern u. a.); er verzehrt ferner unter gewissen Himmelsstrichen Käfer und Heuschrecken, Ameisen, Raupen und Puppen, Spinnen, Würmer, Seeigel, Quallen und selbst Infusionsthierchen. Die letzteren finden sich nämlich in den Erdarten (wie im Bergmehl), welche von manchen Völkern, besonders in Zeiten der Noth, genossen werden. Für die Volksernährung besitzt hauptsächlich das Fleisch des Rindes, Kalbes, Schafes, Schweines, Pferdes, der Ziege und des Kaninchens, in manchen Gegenden auch jenes der Fische eine allgemeinere Bedeutung.

Am Fleische, was wir verzehren, kommt hauptsächlich Zweierlei in Betracht, nämlich das Faserige (die Muskelfasern) und der Fleischsaft, welcher sich in und zwischen den Fasern befindet und dem Fleische seinen eigenthümlichen Geschmack und Geruch giebt. Zwischen dem Muskelgewebe finden sich noch vor: Bindegewebe, Sehnen und elastisches Gewebe (s. S. 81), Fett, Nerven, Blut- und Lymphgefäße mit ihrem Inhalt. Im Wesentlichen hat das Fleisch aller Thiere dieselbe Zusammensetzung; nur die Mengenverhältnisse der einzelnen Bestandtheile und die Eigenschaften der Fasern wechseln, und darauf beruhen die Unterschiede, welche bezüglich des Nährwerthes und der Verdaulichkeit der verschiedenen Fleischarten bestehen. Die mannigfaltigen Unterschiede im Geschmacke lassen sich zur Zeit noch nicht erklären. Häufig besitzt das Fleisch, wie die Milch, einen Geschmack nach den Hautabsonderungen der Thiere (Ziegenfleisch). — In jedem Fleische finden wir außer Wasser (75%), Salzen, besonders Kalisalzen, (1,3%), mehrere Eiweißkörper (16—23%): gewöhnliches Eiweiß, Faserstoff, Myosin und Syntonin, leimgebendes Gewebe (Bindegewebe bis zu 4%) und Fett, dessen Menge im mageren Fleisch 1—2%, im Schweinefleisch und bei gemästeten Thieren 2—7% und mehr beträgt. Außerdem geringe Mengen Kohlenhydrate, Milchsäure, einige Extractivstoffe, welche theils wohlschmeckend sind (Osmazon), theils schwach aufregende und nervenbelebende Wirkungen haben (Kreatin und Kreatinin, Carnin und Hypoxanthin).

Das **Faserige** des Fleisches wird durch die **Fleisch-** oder **Muskelfasern** (s. S. 83) gebildet. Dieselben bestehen vorwiegend aus dem

Muskeleiweißstoff, Myosin, und sind bei verschiedenen Thieren (vorzüglich nach dem Alter und der Art derselben) insofern verschieden, als sie dicker oder dünner, weicher oder fester, röther oder bläßer, feuchter oder trockener, sowie durch mehr oder weniger lockeres oder festes Bindegewebe unter einander vereinigt sind. Von dieser verschiedenen Beschaffenheit der Fasern hängt zum Theil der größere oder geringere Nährwerth, die leichtere oder schwerere Verdaulichkeit des Fleisches ab. Je weicher, mürber und lockerer die Fleischfasern entweder bei Thieren von Natur sind oder durch die Zubereitung des Fleisches und durch tüchtiges Zerkauen gemacht werden, desto leichter und vollständiger lassen sie sich verdauen. Im Fleische junger Thiere sind die Fasern weit löslicher, als in dem alter Thiere, wo die Fasern fester und kalkreicher sind. Durch längeres Liegen des Fleisches in Essig oder saurer Milch, wobei die Kalksalze zum Theil ausgezogen werden, lassen sich die bindegewebigen Hüllen der Fleischfasern mürber und löslicher machen. Auch läßt sich dies dadurch bewerkstelligen, daß man das Fleisch einige Tage, bis die sogen. Todtenstarre vorüber ist, an die freie Luft hängt, wodurch ein schwacher Zersetzungsproceß eingeleitet wird. Das Fleisch, welches sofort nach dem Schlachten neutral reagirt, macht nämlich nach dem Schlachten ganz ähnliche Veränderungen wie die Milch durch, es beginnt sauer zu reagiren. Aus den Kohlenhydraten des Fleisches bildet sich nämlich die Fleischmilchsäure (s. S. 56), welche das Fleisch nicht nur mürber und leichter verdaulich, sondern auch wohlschmeckender macht. Ganz frisches Fleisch eben geschlachteter Thiere schmeckt hingegen fade süßlich und bleibt trotz verschiedener Behandlung meist zähe und derb. Dieselbe Wirkung wie die Fleischmilchsäure hat die bei der Thätigkeit des Muskels sich bildende Milchsäure; Muskeln, welche im Leben angestrengter waren, besonders die von wilden Thieren, liefern mehr den Wohlgeschmack steigernde Extracte und werden deshalb leichter verdaut. Auch durch Klopfen und Hacken läßt sich das Fleisch mürber (sauer) machen. Das Räuchern, Einpökeln, Dörren (Bukaniren) macht hingegen die Fleischfasern fester und unverdaulicher. Von wesentlichem Einflusse auf das langsamere oder raschere Zerfallen des Fleisches im Magen ist auch die verschiedene Breite der Muskelfasern; die von älteren Thieren, welche zum Theil doppelt so breit sind, als die von jüngeren, brauchen gewöhnlich ein bis zwei Stunden länger zu ihrer Verdauung. Kastrirte und gemästete Thiere besitzen zumeist ein zarteres und schmackhafteres Fleisch. Das gekochte oder gebratene Fleisch wird im Allgemeinen schneller (um eine halbe bis ganze Stunde) verdaut, als das rohe, weil der Magensaft mit größerer Leichtigkeit in die Zwischenräume der Fasern dringt, diese von einander trennt und so zum Theil auflöst. Dagegen kommt fein geschabtes rohes Fleisch, wenn es von seinen sehnigen Parthien befreit ist, in der Verdaulichkeit dem gekochten und gebratenen Fleische ziemlich gleich.

Für eine zweckmäßige Zubereitung des Fleisches ist das Eiweiß des Fleischsaftes von großer Wichtigkeit (s. unten). Der frischausgepreßte Fleischsaft ist (wie das später zu erwähnende Liebig'sche Fleischinfusum) das am leichtesten zu verdauende, eiweißhaltige Nahrungsmittel, welches aber nur in Verbindung mit Fett und Kohlenhydraten (Mehlstoffen, Zucker u. dergl.) zur Ernährung von Kranken geeignet ist.

Die **Fleischbrühe**, der durch das Kochen des Fleisches im Wasser gewonnene Fleischsaft, enthält Leim (aus den leimgebenden Substanzen), die Extractivstoffe (die sogenannten organischen Basen: Kreatin und Kreatinin, Carnin und Hypoxanthin), die Salze, unter welchen das phosphorsaure Kali die Hauptrolle spielt, Spuren von Kohlenhydraten (Zucker) und etwas obenaufschwimmendes Fett. Die Eiweißkörper, welche das kalte Wasser aus dem Fleische auszieht, gerinnen zum größten Theil in der Siedehitze; sie bilden den grauen „Schaum", der abgeschöpft wird. Nur im Dampfkochtopfe lösen sich die geronnenen Eiweißkörper wieder auf. Gewöhnliche Fleischbrühe enthält also nur geringe Mengen Eiweißstoffe. Wenn nun auch sonach die Fleischbrühe nur wenig Ernährungswerth hat, so ist sie dagegen ihrer Bestandtheile wegen das schätzbarste aller Genußmittel; sie besitzt die Eigenschaft, das Gefühl der Ermüdung und Erschöpfung beseitigen zu helfen und das Nervensystem belebend anzuregen, ohne dasselbe dabei so leicht wie andere Genußmittel zu überreizen oder zu betäuben. Die nervenbelebende Wirkung der Fleischbrühe, welche diese zu einem so hervorragenden Genußmittel macht, geht von den Salzen und Extractivstoffen oder thierischen Alkaloïden der Fleischbrühe aus, die sich aber nicht, oder nur in geringem Grade, an dem Geschmack der Fleischbrühe betheiligen. In größeren Mengen wirken aber diese Stoffe, besonders die Kalisalze und das Kreatinin, ermüdend und schließlich vernichtend auf die Nerventhätigkeit (die concentrirte Brühe äußert besonders bei schwachen Kranken eine starkerregende Wirkung auf das Herz). Der angenehme Geruch und Geschmack, welchen die Fleischbrühe besitzt, übt zugleich einen anregenden Einfluß auf die Verdauung. Kurz, die Fleischbrühe ist ein angenehmes, durch schädliche Nachwehen nicht belästigendes Nervenreizmittel, welches vorübergehend das Gefühl der Stärkung und des Wohlbehagens erregt; bei Kranken und Reconvalescenten erweckt sie die Lust zum Essen und regt die Thätigkeit des lange unthätigen Magens und Darmes wieder an; auch beim Gesunden steigert sie die Absonderung der Verdauungssäfte und wird daher zweckmäßig in kleinen Portionen vor der Hauptmahlzeit genossen.

Das **Fleischfett**, welches, wie alle anderen Fettstoffe, im Zwölffingerdarme durch die Galle und den Bauchspeichel vermilcht wird, macht das Fleisch insofern noch nahrhafter, als es demselben zu den vielen stickstoffhaltigen Eiweißstoffen auch noch einen unentbehrlichen stickstofflosen Nahrungsstoff zutheilt. Wenn sich aber zu viel Fett um

das Fleisch lagert, wird die Verdaulichkeit desselben erschwert, weil dann der wässerige Magensaft nicht ordentlich in das Fleisch eindringen kann. Die Verdaulichkeit der verschiedenen Fette richtet sich nach ihrer Festigkeit. Fette, welche bei der Temperatur des Körpers nicht schmelzbar sind, können auch nicht vom Verdauungskanal aufgenommen werden. Hartes Fett, Ochsen- und Hammeltalg, sind daher schwerer verdaulich wie halbweiche und flüssige Fette (Butter, Gänsefett).

Die **verschiedenen Fleischarten** zeigen nicht unbedeutende Unterschiede theils hinsichtlich ihrer wesentlichen Bestandtheile (besonders ihres Wasser-, Eiweiß- und Fettgehaltes), theils in Bezug auf die Eigenschaften ihrer Fasern; auch enthalten sie noch mehr oder weniger andere Stoffe, die sich mehr durch den Geschmack als durch ihre Bedeutung für die Ernährung auszeichnen. Das Fleisch junger Thiere ist wasserreicher als das älterer; fettes Fleisch wasserärmer als mageres. Bei allen Thieren, die ihre Muskeln sehr anstrengen müssen, werden die Fleischfasern immer straffer und schwerer verdaulich, und sie vermehren sich auf Unkosten des Fettes.

Die **Gattung** der Thiere, welche uns Fleisch zur Nahrung liefern, hat den größten Einfluß auf die Beschaffenheit des Fleisches. Unter den Säugethieren werden die fleischfressenden nur selten, höchstens im Falle der Noth, zur Nahrung verwendet. Vor allem sind es die Pflanzenfresser und die gezähmten Wiederkäuer (Rind, Schaf), in deren massenhaftem Fleische sich die verschiedenen nährenden Bestandtheile in einem sehr günstigen Mischungsverhältnisse neben einander finden, und Fett in größerer Menge vorhanden ist, als bei den Fleischfressern. Das Fleisch der wiederkäuenden Hausthiere ist von weit milderem Geschmacke als das fettärmere und extractivstoffreichere des Wildprets (Hirsch, Reh, Hase ꝛc.), dessen mageres, dunkleres und würziger schmeckendes Fleisch mehr Blut und Saft enthält. Das Pferdefleisch ist meist magerer wie das Rindfleisch und besitzt gewöhnlich straffere Fasern. Dies kommt daher, weil sich das Pferd mehr bewegen muß; zudem werden meist abgearbeitete Pferde geschlachtet. Trotzdem hat das Pferdefleisch seines verhältnißmäßig billigen Preises wegen für die Volksernährung eine große Bedeutung und es ist dringend anzurathen, das gegen den Genuß desselben herrschende Vorurtheil zu bekämpfen.*) Während des letzten französischen Krieges wurde in Paris und Metz viel Pferdefleisch genossen und obgleich abgemagerte und theilweise erschöpfte Thiere zur Verwendung gelangten, lernte man doch das Pferdefleisch als ein werthvolles Nahrungsmittel schätzen. Das Fleisch der Schweine ist im Allgemeinen ärmer an löslichem Eiweiß und Wasser, dagegen reicher an Leimbildnern und an Fett als das der Wiederkäuer. Bekanntlich kann der Genuß des Schweinefleisches, wenn dieses Trichinen enthält, sehr gefährlich und selbst tödtlich wirken. — Das Fleisch des Federviehes besitzt einen großen Reichthum an Eiweißstoffen; dagegen ist es meist ärmer an Fett und Salzen. Beim Kochen des Hühnerfleisches lösen sich mehr Theile auf wie beim Kochen des Ochsenfleisches, weshalb es sehr gute Suppe liefert. — Das Fleisch des Kaninchens hat große Aehnlichkeit mit dem des Huhnes und giebt, wenn es nicht zu jung (nicht unter 6 Monaten) genossen wird, einen guten und verhältnißmäßig billigen Braten. — Im Fischfleische, welches weiß und blutarm, ist der Wassergehalt sehr groß, er steigt

*) Strenge polizeiliche Controle der Pferdeschlächtereien ist zu wünschen; s. S. 464.

bis zu 80—85 Proc.; dagegen enthält dieses Fleisch weniger Eiweiß. Die verschiedenen Arten der Fische unterscheiden sich hauptsächlich durch den größern oder geringern Fettgehalt von einander und werden dadurch mehr oder weniger gut verdaulich. Aal, Lachs und Heringe gehören zu den fettreichsten. Fische, die während der Laichzeit gefangen, ferner solche, die in Wässern sich aufhielten, in denen man Hanf und Flachs röstet oder nach denen Blei, Arsenik und Quecksilbergruben einen Abfluß haben, sind schädlich. Ebenso Fische, welche durch Kokkelskörner oder ungelöschten Kalk betäubt wurden; oder wenn sie von dem Aas milzbrandiger Thiere fraßen. Der Genuß der eingesalzenen, geräucherten und getrockneten Fische wird nicht selten dadurch nachtheilig, daß theils schon kranke und abgestorbene Fische dazu verwendet werden, theils aber auch gute Fische in dem Pökel in Fäulniß übergehen können, oder bei den geräucherten schädliche Fettsäuren sich entwickeln können. — Stockfische sind dem Verderben und der Verwesung sehr leicht ausgesetzt, wenn sie an einem feuchten Orte aufbewahrt werden. Das Aufweichen derselben in Lauge oder Kalkwasser ist schädlich. — Das Fleisch der niederen Thiere (Krustenthiere, Muscheln und Schnecken) unterscheidet sich von dem Fleische der höheren Thiere besonders durch seinen Wasserreichthum. Das weiße feste Fleisch der Krustenthiere ist im Allgemeinen schwer verdaulich; am zartesten ist das in dem Schwanz und den Gliedern befindliche. Ihr Fleisch enthält einen eigenthümlichen alkalisch-ätzenden Saft, der bei empfindlichen Personen Hautausschlag (Nesselfriesel) erzeugt. Manche Krustenthiere sind giftig und geben eßbaren Muscheln, in welche sie eingenistet sind, giftige Wirkung. — Das Fleisch der Mollusken (Auster, Weinbergsschnecke, Muscheln) ist zart und leicht verdaulich. Dies gilt namentlich von der Auster, deren Nahrungswerth allerdings durch ihren großen Wassergehalt sehr herabgesetzt wird. Ein Dutzend Austern wiegt durchschnittlich 1400 Gramm und enthält gegen 110 Gramm Fleisch; das letztere besteht aus 80,4 Wasser, 14,0 Eiweißstoffen, 1,5 Fetten, 2,7 Salzen (Spuren von Jod) und 1,4 stickstofffreier Substanz (namentlich ein leichtverdauliches Kohlenhydrat, das Glycogen). Ein Dutzend Austern enthält somit ungefähr den zehnten Theil der Nahrungsstoffe, deren ein erwachsener Mann bei mäßiger Arbeit täglich bedarf. Das Fleisch der Reptilien (Schildkröte, Frosch, große Eidechsen in Australien) ist gleichfalls zart und leicht verdaulich.

Die verschiedenen **Rassen** einer und derselben Gattung von Thieren bieten mancherlei Verschiedenheiten in den Mengen und Mischungsverhältnissen ihres Fleisches. Die auffallendsten Unterschiede ergeben sich namentlich in der Beschaffenheit der verschiedenen Gewebe, welche das Fleisch zusammensetzen, wodurch dann seine Nahrhaftigkeit und Verdaulichkeit mehr oder weniger gewinnt. Bei gewissen Rassen ist die Fleischfaser besonders fein, weich und zart, das Fleisch wohlschmeckender und kräftiger, der Fettgehalt größer. — Das **Alter** der Thiere ist auf das Fleisch derselben ebenfalls von Einfluß. Je jugendlicher das Thier, um so mehr Wasser enthält sein Fleisch (das Kalbfleisch enthält gegen 80 Proc. und heißt deshalb nicht mit Unrecht „Halbfleisch"). Außerdem ist es ärmer an Faserstoff und Fett, dagegen reicher an leichtlöslichem Eiweiß, an leimgebendem Gewebe (Gelatine) und an Mineralstoffen. Wegen dieser Zusammensetzung ist es leicht verdaulich und hat im Allgemeinen viel Aehnlichkeit mit dem Fischfleische. Je älter ein Thier wird, um so mehr nimmt das Wasser in seinem Fleische ab und das Fett zu; die Fleischfaser und das Bindegewebe werden immer derber, unauflöslicher und also unverdaulicher. — Die Art der Fütterung ist für den Geschmack und die dadurch erzielten verschiedenen Mengenverhältnisse der Fleischbestandtheile sowie für den Nahrungswerth des Fleisches von ganz auffallendem Einflusse. Namentlich wird dadurch der Wassergehalt des Fleisches bedingt, der bei den sogen. aufschwemmenden (Kartoffeln, Rüben, Bier- und Branntweinträber oder Schlempe) und den kernigen Futtermitteln (Körnerfrüchte) ein ganz verschiedener ist. Wem ist

nicht bekannt, wie ganz anders die Qualität des Fleisches eines mit Oelkuchen und Bierträbern und eines mit reinen Körnern gefütterten Ochsen ist; wie die Art der Fütterung bei Mästung der Gänse auf deren Fleisch und Fett influirt; wie Fische aus schlammigen und schmutzigen Teichen schlecht schmecken, Sumpfvögel einen thranigen, moorigen Geschmack haben u. dergl. Die Mästung, bei welcher durch die Art der Fütterung möglichst wenig Wasser und die Nährstoffe des Fleisches in möglichst günstigem Verhältnisse erzielt werden sollen, ist entweder mehr auf die Vermehrung des Fleisches oder mehr des Fettes gerichtet und natürlich demnach verschieden. Das Fleisch eines guten Mastochsen enthält nur 39 Proc. Wasser (bei 24 Proc. Fett), das übrige sind Nährstoffe; das eines ungemästeten Ochsen 60 Proc. Wasser und nur 8 Proc. Fett. — Das Fleisch von verschiedenen Körperstellen ein und desselben Thieres ist in Etwas verschieden, besonders hinsichtlich des Fettes, der sehnigen Parthien, der Muskelfasern und des Blutgehaltes. Die Lenden- und Rückenmuskeln der Wiederkäuer sind röther, zarter, wohlschmeckender und mit weniger sehnigen Theilen gemischt, als das Fleisch der Glieder. Bei einem gut gemästeten Ochsen folgen die einzelnen Körperstellen hinsichtlich des Fettgehaltes und der Schmackhaftigkeit ihres Fleisches, vom preiswürdigsten zum minderwerthigen, in folgender Reihe: Schwanzstück, Lenden, Vorderrippen, Hüfte, Hinterschenkel, Weiche, Wade, Mittelrippe, Oberarmstück, Flanken, Schulterblatt, Brustkern, Wamme, Hals und Beine. Bei Vögeln besteht bekanntlich ein großer Unterschied zwischen dem Fleische der Brust und dem der Flügel und Beine. — Die Tödtungsweise der Thiere hat einen wesentlichen Einfluß auf den Werth (die Nahrhaftigkeit und Verdaulichkeit, die Haltbarkeit und den Geschmack) ihres Fleisches und dies kommt daher, weil sich beim Thätigsein der Muskeln, so wie bei der allmählichen Zersetzung des Fleisches nach dem Tode des Thieres eine Säure, die Milchsäure, bildet, durch welche der Wohlgeschmack, aber auch die Neigung zur Fäulniß sehr befördert wird. Dieser Säure verdankt das Fleisch der gehetzten Thiere (welches nach Manchen ungesund sein soll) seinen besondern Geschmack, aber auch seine geringe Haltbarkeit. Deshalb läßt man mit Vortheil geschlachtete Thiere wenigstens 12 Stunden ruhig liegen, ehe man sie zerlegt. Daher auch der Unterschied im Fleische von Thieren, die vor ihrem Tode mißhandelt oder recht ruhig behandelt wurden. — Das was beim Wildpret haut-goût genannt wird, ist nicht etwa etwas Charakteristisches für das Wildfleisch, sondern nur die Folge der rascheren Zersetzbarkeit desselben und eine Fäulnißerscheinung. Deshalb muß beim Zurichten von Wildpret mit haut-goût die Vorsicht gebraucht werden, daß nicht etwa verletzte Hautstellen (Schnitte, Ritze, Stiche an der Hand) mit dem fauligen Fleische in Berührung kommen, da eine Blutvergiftung dadurch erzeugt werden kann.

Zur Fleischkost werden auch noch die **Drüsen** und **Eingeweide** der höheren Thiere gerechnet, die zwar eine ganz andere Structur als das Fleisch haben, aber wie dieses viel eiweißstoffige, leimgebende und fettige Bestandtheile besitzen und dem Fleische mehr oder weniger ähnlich sind. Man rechnet hierher: das Herz, die Leber, die Nieren, das Gehirn, die Kalbsmilch, die Milchdrüse (Euter), die Kaldaunen (Kutteln), Netze und Gekröse, Lungen, Milz u. s. w. Die Gedärme oder Kaldaunen (Netze, Gekröse) enthalten Muskelfasern (besonders die Magen von Vögeln), Leimbildner (in den Häuten) und Fett. — Die Leber enthält mehr Leimbildner, aber etwas weniger Eiweißstoffe als das Fleisch und ziemlich viel Fett, besonders bei gemästeten Gänsen, außerdem findet sich noch ein Kohlenhydrat (Glycogen, s. S. 52)

darin. — Die Lungen, welche fast ganz aus elastischen Fasern bestehen, haben als Nahrungsmittel sogen. Lungenmus nur insofern Bedeutung, als sie reichlich mit Blut getränkt sind. — Die Milz enthält viel sehniges Bindegewebe, jedoch auch viel Eiweißstoffe und Blut. — Das Kalbsbröschen, die Kalbsmilch, das Milchfleisch (Thymus, s. S. 219), ist ein vortreffliches und sehr leicht verdauliches Nahrungsmittel; es enthält unter allen Nahrungsmitteln am meisten lösliches Eiweiß und überhaupt viel Eiweißstoffe neben viel Leimbildnern und wenig Fett. — Die Nieren sind auch reich an Eiweiß und enthalten gleichzeitig viel leimgebendes Gewebe. Die Hoden (oder die Milch, wie sie in der Volkssprache heißen) werden von mehreren Fischen (Hering, Karpfen, Schleie u. a.) gern gegessen; sie enthalten viel Eiweißstoffe, Leimbildner, Fett und Extractivstoffe. — Das Gehirn ist sehr eiweiß-, lecithin- und fettreich; sein durchschnittlicher Fettgehalt (13 Procent) übertrifft sogar den des Schweinespecks (11 Procent). — Das Knochenmark besteht fast nur aus Fett und aus Bindegewebe.

Die mittlere Zusammensetzung der hauptsächlichsten thierischen Nahrungsmittel nach Moleschott.

| | Fleisch der | | | Leber der | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| in 1000 Theilen: | Säugethiere | Vögel | Fische | Wirbelthiere | Hühnerei | Milch |
| Wasser . . . | 728,75 | 729,83 | 740,82 | 720,06 | 735,04 | 861,53 |
| Albuminate . | 174,22 | 202,61 | 137,40 | 128,20 | 194,34 | 39,43 |
| Leim . . . . | 31,59 | 14,00 | 43,88 | 37,38 | — | — |
| Fett . . . . | 37,15 | 19,46 | 45,97 | 35,04 | 116,37 | 49,89 |
| Kohlenhydrate | — | — | — | 56,26 | 3,74 | 43,23 |
| Extractivstoffe | 16,90 | 21,11 | 16,97 | — | — | — |
| Salze . . . | 11,39 | 12,99 | 14,96 | 14,06 | 10,51 | 5,92 |

Hierher gehören ferner die **Würste**, zu deren Darstellung bekanntlich Fleisch, Fettgewebe, Leber, Zunge, Lunge u. s. w. gehackt, mit Salz und Gewürzen gemischt und, mitunter auch in Verbindung mit Blut (Blutwurst), in reingewaschene Därme oder Hüllen von sogen. Pergamentpapier eingefüllt werden. Leider kann bei der Wurstfabrikation leicht schlechtes, anderweit nicht mehr verwendbares Fleisch zur Anwendung kommen und der Nährwerth der Wurst durch Wasserzusatz und Verfälschung mit Mehl herabgesetzt werden, weshalb auch Manche den Genuß von Wurst geradezu widerrathen. Auch bei den sogen. Luxuswürsten sinkt durch verschiedene nur der Geschmacksverbesserung dienende Zusätze der Nährwerth. Die billigeren einfach zubereiteten Wurstsorten spielen in der Volksernährung eine nicht unbedeutende Rolle, wozu wohl auch der Umstand beiträgt, daß sie meist ohne weitere oder doch nur wenig umständliche Zubereitung genossen werden können. Genaue von Dr. König angestellte Berechnungen (welchen die Marktpreise in Münster in Westfalen zu Grunde liegen) haben aber ergeben, daß Wurst verhältnißmäßig theurer ist, als das frische Fleisch. Dies gilt — abgesehen von den Luxuswürsten — besonders von der Cervelatwurst und den Frankfurter Würstchen.

Vorausgesetzt, daß die Wurst aus gutem Material bereitet ist, wird die Gesundheitslehre gegen ihren Genuß nichts einzuwenden haben.

Eine zum Nachweis des Nährstoffgehaltes der verschiedenen Würste von Prof. Hofmann angestellte Untersuchung ergab, daß man 1875 in Leipzig für 1 Mark erhielt:

| Bestandtheile. | Getrocknete Gramm. | | Eiweiß. Gramm. | | Fett. Gramm. |
|---|---|---|---|---|---|
| von Knackwurst . | 220 | mit | 150 | und | 57 |
| „ Cervelatwurst | 162 | „ | 91 | „ | 51 |
| „ Blutwurst . . | 236 | „ | 119 | „ | 105 |
| „ Leberwurst . | 335 | „ | 153 | „ | 173 |
| „ Sülzenwurst . | 422 | „ | 250 | „ | 155 |

Die Würste können entweder durch Trichinen oder durch Finnen oder durch beigesetzte giftige Farbe (arsenikhaltiges Anilin) oder durch sogen. Wurstgift gefährlich werden (s. später bei Vergiftung und thierischen Schmarotzern). Blutwürste entwickeln besonders leicht Wurstgift, wenn sie warm an einander gelegt werden, frieren und wieder aufthauen. Ebenso begünstigen Grützwürste und solche Würste die Entwickelung des Giftes, welche Mehl und Brod enthalten. Frische Wurst enthält kein Wurstgift. Auch oberflächlich gesottene Würste ohne Darmhülle (Wollwürste) werden leicht faulig und giftig und fangen nach ein bis zwei Tagen zu leuchten an, mit starkem phosphorescirenden Lichte. Diese leuchtenden Würste hören beim Fortschritt der Fäulniß auf zu leuchten. Würste, besonders Knoblauchwürste, enthalten nicht selten schlechtes und faules Fleisch, dessen Geschmack und Geruch vom Knoblauch verdeckt wird. Man esse keine Wurst, die dunklere weichere Stellen unter der Darmhaut zeigt, süßlich oder sauer riecht und deren Fett grünlich, röthlich, bläulich oder dunkelgelb aussieht; Knoblauch- und andere starkgewürzte Würste beziehe man nur von zweifellos rechtschaffenen Verfertigern. — Neuerlich hat man Wurst in den Handel gebracht, die mit Anilin roth gefärbt war. Diese Fälschung ist durchaus verwerflich, weil das Anilin in den meisten Fällen arsenikhaltig ist. Um Anilin in Wurst nachzuweisen genügt es, eine kleine Menge derselben zu zerschneiden und mit 90% Alcohol zu übergießen, welcher sich nach und nach roth färbt, wenn eine Färbung durch Anilin stattgefunden hat, und farblos bleibt, wenn die Wurst ungefärbt ist.

Ein gehaltreiches und billiges Nahrungsmittel ist auch das **Blut**, welches 16 bis 19 Proc. Eiweißstoffe enthält. Bei den hohen Fleischpreisen ist es wünschenswerth, daß das (Rinder-, Kälber-, Hammel- und Schweine-) Blut, von welchem z. B. in Leipzig das Liter fünf bis sieben Pfennig kostet, unter den ärmeren Classen allgemeiner als Nahrungsmittel Verwendung fände. Es kann nicht nur zur Herstellung von Blutwurst, sondern auch von sauren Saucen und Suppen dienen. Eine weitere Verbreitung verdient die in manchen Gegenden

Deutschlands beliebte Tiegelwurst (Blut, Mehl und Fett oder Blut, Semmelbröckchen, Milch und Fett in der Pfanne gebraten).

**Leimgebende Gewebe.** **Häute, Sehnen, Knochen** und **Knorpeln** liefern bei längerem Kochen mit Wasser Leim (s. S. 59), der beim Erkalten zu einer Gallerte erstarrt. Auch bei sehr bedeutender Verdünnung bildet sich noch Gallerte. Kalbs- und Schweinsfüße, Ochsenklauen, Kalbs- und Schweinsköpfe, Rindsmaul, Hirschhorn, Fischschuppen und Hausenblasen, sowie die im Handel vorkommende Gelatine (d. i. reiner, fast farbloser Leim, der aus Pergamentabfällen*) und Schaffüßen bereitet wird) dienen zur Herstellung derjenigen leimhaltigen Gerichte, die mit Wein und Zucker, oder mit Essig, Fleischbrühe und Gewürzen gemischt, unter dem Namen Gelée, Aspic, Sülze und Gallerte bekannt sind. Die reinste Sorte Leim, die klarste Gallerte liefert die Hausenblase (s. S 59). Auch das Fleisch enthält leimgebendes Gewebe, das Bindegewebe; es löst sich aber nur im Fischfleische und im Fleische junger Vögel und Säugethiere (besonders des Kalbes) leicht zu Leim, während es bei den älteren Thieren in größerer Menge in das schwer lösliche elastische Gewebe umgewandelt ist. Der reine Leim ist fast geschmacklos; gut zubereitet wird er zu einem angenehm schmeckenden Nahrungsmittel, welches auch in der Krankenkost Verwendung finden kann. Mäßige Mengen sind leicht verdaulich, größere Mengen, die aber wohl selten genossen werden, sind nachtheilig, weil sie die Verdauung stören.

Der Leim, dessen Nahrungswerth eine Zeit lang überschätzt, dann wieder unterschätzt wurde (weil man Hunde mit Leim allein nicht am Leben zu erhalten vermochte, was aber doch nur beweist, daß der Leim für sich keine ausreichende Nahrung ist), ist, wie neuere genauere Versuche mit Sicherheit ergeben haben, ein nicht unwichtiger Nahrungsstoff, der den Bedarf des Körpers an Eiweißsubstanzen zu beschränken, wenn auch die Eiweißstoffe nicht vollständig zu ersetzen vermag. Es ist daher sehr zu empfehlen, die vom Fleische abfallenden Knochen, Sehnen, Knorpel u. s. w. auszukochen (am besten im Dampfkochtopfe, wo die reichlichste Auflösung der leimgebenden Substanzen stattfindet) und den erhaltenen Leim unter die übrigen Speisen (Suppen, Saucen u. dergl.) zu mischen oder als Gallerte zu kaltem Fleische zu genießen. In Paris hat man während der Belagerung die leimgebenden Gewebe vielfach für die Ernährung verwerthet und damit gute Resultate erzielt.

**Rohes Fleisch.** Vor dem Genuß des rohen oder unvollständig gekochten oder gebratenen Fleisches und der ungekochten oder nicht gahr gekochten Würste (Mett-, Salami-, Cervelat-, Schinken-, Knackwürste u. dergl.) kann nicht eindringlich und ernstlich genug gewarnt werden. Durch die längere Einwirkung der Siedehitze werden nicht nur vorhandene Trichinen und Finnen getödtet, sondern das gehörige Gahrkochen und Durchbraten des Fleisches zerstört auch manche Krankheitsstoffe und gewährt so einen gewissen Schutz gegen die Gefahr der Ansteckung durch verdorbenes Fleisch.**)

*) Pergament wird bekanntlich aus enthaarten Kalbs-, Schaf- oder Eselshäuten fabricirt.

**) Der Genuß des Fleisches einer milzbrandkrank gewesenen Kuh hat vor einigen Jahren (1877) in Wurzen (Königreich Sachsen) zahlreiche Erkrankungen hervorgerufen. Von den sieben nach dem Genusse dieses Fleisches Gestorbenen hatten fünf das Fleisch roh, zwei aber nicht vollkommen gar zubereitete Wurst, zu deren Herstellung Fleisch von der erwähnten Kuh mit benutzt worden war, genossen. Aehnliche Erfahrungen sind wiederholt auch anderwärts gemacht worden.

Rohes Fleisch ist zudem bei weitem nicht so leicht verdaulich, als man gemeiniglich annimmt; nur in ganz fein geschabtem Zustande wird es vom Magensaft leicht aufgelöst, während schon erbsengroße rohe Fleischstückchen dem Eindringen der Verdauungssäfte weit mehr widerstehen wie gekochtes oder gebratenes Fleisch. Wo Kranken und Reconvalescenten geschabtes rohes Fleisch verordnet wird, sollte es nur nach vorausgegangener gewissenhafter Fleischbeschau verabreicht werden.

**Zubereitung des Fleisches.** Jede Bereitungsweise der Fleischnahrung hat die Aufgabe: im Fleische die für die Ernährung unseres Körpers geeigneten Bestandtheile möglichst beisammen zu halten, sowie dieselben so leicht verdaulich als möglich zu machen. Sodann sollen aber auch die in einer Fleischsorte entstandenen schädlichen Fäulnißproducte wie beim haut-goût, sowie etwa vorhandene Trichinen, Finnen und andere Parasiten zerstört und die etwa fehlenden Nahrungsstoffe durch passende Zuthaten ersetzt werden. So spickt man mageres Fleisch oder verbindet es mit fetten Saucen und Zuthaten. Außerdem macht die Kochkunst noch solche Zusätze, welche als Reizmittel für Appetit und Verdauung die möglichst vollkommene Ausnützung aller Nährstoffe befördern können. Eine ganz falsche Ansicht existirt über die Wirkung der Hitze auf das Fleisch, der wir manches zähe und ungenießbare Stück Fleisch verdanken, indem man meint, daß je größer der Hitzegrad, desto weicher müßte das Fleisch werden. Dem ist aber durchaus nicht so; ebensowenig wie man durch langes Kochen ein Ei weich bekommt, ebensowenig ist dies beim Fleische der Fall. Durch die Siedehitze von 75—100° C. gerinnt nämlich alles Eiweiß im Fleische und die Fleischfaser wird nach und nach fest, hart, schließlich hornartig. Um Fleisch saftig und gahr zu bekommen, muß es einige Zeit auf einer Temperatur von etwa 60—75° C. erhalten werden. Hierdurch wird es in einer Weise mürbe, daß die Fleischfasern leicht der Quere nach aus einander brechen und so in kleine Stücke zertheilt werden können, welche dem Einflusse der Verdauungssäfte vollständiger ausgesetzt sind. Bei langem und starkem Kochen dagegen wird das zwischen den Fleischfasern befindliche, faserige Bindegewebe in Leim aufgelöst und das Fleisch zerfällt nun nicht der Quere, sondern der Länge nach und die Fasern werden fest und hart.

Die Veränderung, welche das Fleisch im Magen erleidet, besteht zunächst in einer mehr oder weniger vollständigen Trennung in seine Fasern; diese erfolgt um so schneller, je mehr durch das Kauen der Zusammenhang gelockert, je weniger das Eindringen des Magensaftes zwischen die Bündel (z. B. durch Fett) erschwert, je mehr die Lösung der verbindenden Zwischensubstanz (Bindegewebe) durch Kochen u. dergl. erleichtert ist. Unter dem Mikroskope zeigt sich ein deutlicheres Hervortreten der Querstreifen, Zerfallen in kurze Cylinder, an welchen die Querstreifung mehr und mehr schwindet, und die durchscheinend, gallertartig, endlich aufgelöst und in Peptone (s. S. 270) verwandelt werden. Eine vollständige Auflösung aller Fasern findet beim Fleischgenuß nie statt, es gehen immer größere Mengen mehr oder weniger

unveränderter Fasern in den Darm über und finden sich auch regelmäßig in den Excrementen.

Die **Zubereitung des Fleisches** ist ebensowohl in Bezug auf Nahrhaftigkeit wie Verdaulichkeit desselben von großer Wichtigkeit. Am nahrhaftesten ist das Fleisch, wenn alle seine nahrhaften Bestandtheile darin zurückgehalten werden. Zunächst ist stets für die Erhaltung des Fleischsaftes in demselben Sorge zu tragen und dies läßt sich dadurch erreichen, daß man durch eine hohe Temperatur in den äußersten Schichten des Fleisches den Eiweißstoff zum Gerinnen bringt, wodurch die Verdunstung und das Ausfließen des Fleischsaftes verhindert wird. Am besten ist dies durch das Braten zu erreichen, weil sich hier durch die Hitze am schnellsten im Umfange des Fleisches (unterstützt durch Begießen mit heißem Fett) eine braune, angenehm riechende und schmeckende Kruste bildet, welche das Herausdringen des Fleischsaftes verhindert. Da nun flüssiges Eiweiß durch die Hitze fest wird (gerinnt) und die Fleischfasern durch starke und länger einwirkende Hitze (wie beim Rösten und Braten) trockener, fester und härter werden, so darf das Braten, wenigstens kleinerer Fleischstücke, nicht zu lange fortgesetzt werden und in nicht zu hoch gesteigerter Hitze geschehen, wenn das Fleisch leicht verdaulich bleiben soll. Kleine Stücke können eigentlich nur durch rasches und kurzes Einlegen in sehr heißes Fett saftig gebraten werden (Beefsteaks, Cotelettes, Schnitzel). Bei großen Fleischstücken dringt die Hitze nach dem angewandten Temperaturgrade mehr oder minder tief und vollständig ein und veranlaßt so einen verschiedenen Grad von Gerinnung des Eiweißes und Blutes, weshalb der Braten nach innen zu stets saftiger und röther (blutiger) gefunden wird. Dies beweist, daß die Hitze nicht auf 70—75° C. gestiegen ist, da schon bei dieser Temperatur die Gerinnung des Bluteiweißes und Farbstoffs vollkommen ist. Beim Braten erfährt das Fleisch einen nicht unbeträchtlichen Gewichtsverlust; Rindfleisch verliert 19, Hammelfleisch 22, Hühnerfleisch 24 Proc. seines Gewichtes. Die Bratenbrühe (Sauce) besteht aus durch die Hitze braun gewordenem Fleischsafte und brenzlich aromatischen Stoffen, die sich theils aus Materien des Fleischsaftes, theils aus dem Fettübergusse bildeten.

Gekochtes Fleisch mit der dabei gewonnenen Fleischbrühe enthält den Nahrungswerth des Gesammtfleisches. Durch das Kochen (wobei die Fleischfasern stets etwas härter als beim Braten werden) läßt sich nur dann ein saftiges, nahrhaftes Fleisch herstellen, wenn man wie beim Braten im Umfange desselben eine schützende Rinde zu bilden sucht, welche das Herausdringen des Fleischsaftes verhindert. Dies ist aber dadurch möglich zu machen, daß man Fleisch in größeren Stücken sogleich in siedendes Wasser und in starke Hitze (volles Feuer) bringt, damit das Eiweiß des Fleischsaftes unter der Oberfläche des Fleischstückes gerinnt und jene für die Flüssigkeit des Fleisches undurchdringliche Hülle bildet, durch welche die Hitze wohl noch eindringt und das Fleisch gahr macht, die aber den Fleischsaft nicht heraus läßt. Die dabei entstehende Fleischbrühe ist freilich äußerst arm an Fleischbestandtheilen; beim Kochen werden hauptsächlich die im Fleische enthaltenen löslichen Theile, Fleischsaft (lösliches Eiweiß), Salze, Kreatin, Kreatinin, mehr oder weniger vollständig ausgelaugt; nach längerem Kochen verwandeln sich auch die leimgebenden Gewebe in Leim und gehen in die Brühe über. Wird das Fleisch mit kaltem Wasser zugesetzt, so verliert das Fleisch natürlich mehr Stoffe, als wenn das Fleisch (wie es sich in Haushaltungen, wo man Fleisch und Brühe genießen will, empfiehlt) in kochendes Wasser eingelegt wird. Rindfleisch verliert durch das Kochen 15, Hammelfleisch 10, Hühnerfleisch 13 Procent seines ursprünglichen Gewichts. Unmöglich ist es, beim Kochen aus dem Fleischstücke ebensowohl ein wohlschmeckendes saftiges Fleisch wie eine gehaltreiche und kräftige Fleischbrühe zu gewinnen. Eine kräftige Fleischbrühe (Kraftbrühe), welche möglichst viel von den Bestandtheilen des Fleisches

enthalten soll, läßt sich nur dadurch herstellen, daß man allen Fleischsaft aus dem Fleische auszuziehen sucht, so daß endlich nur noch die trockenen Fasern übrig bleiben. Dies ist dadurch zu erreichen, daß das Fleisch in kleineren Stücken in kaltes Wasser und ganz allmählich zum Kochen gebracht wird. Hier dringt das Wasser in das Fleisch ein und laugt dasselbe aus. So lange die Temperatur der Fleischbrühe noch nicht auf 60° C. gestiegen ist, wird auch lösliches Eiweiß ausgezogen; ist aber die Temperatur auf 65—70° C. gestiegen, dann gerinnt der größte Theil des in der Brühe gelösten Eiweißes und wird als Fleischschaum abgeschöpft (Abschäumen der Fleischbrühe), wodurch er für die Ernährung verloren geht. Desgleichen gerinnt das noch im Fleische befindliche lösliche Eiweiß und hindert die weitere Auslaugung des Fleisches. Außer den Salzen, Kreatin, Kreatinin und Leim enthält die Fleischbrühe geringe Mengen durch Hitze nicht gerinnbarer Eiweißstoffe, nicht näher gekannte riechende und schmeckende Substanzen und Fett. Nach Liebig lösen sich, wenn man gehacktes Fleisch mit kaltem Wasser zusetzt, von 1000 Theilen Ochsenfleisch 60 auf, wovon 29,5 gerinnen (abgeschöpft werden) und 30,5 gelöst bleiben. Vom Hühnerfleische lösen sich 80 Theile auf, wovon 47,0 gerinnen und 33,0 gelöst bleiben, und es ist deshalb die Hühnersuppe etwas reicher an Eiweiß, als die von Rindfleisch, welche im günstigsten Falle 3 Proc. Eiweiß enthält. — Eine sehr gute, wohlschmeckende Fleischbrühe läßt sich durch Kochen des Fleisches im Papinianischen Dampf-Kochtopfe oder Dampfhafen (d. i. ein starker eiserner Topf mit luftdicht schließendem Deckel, aus welchem der beim Sieden gebildete Wasserdampf nicht entweichen kann) bereiten, weil hierbei das Wasser einen bedeutend höheren Hitzegrad erreicht als beim Kochen in den gewöhnlichen Töpfen und dadurch das leimgebende Gewebe vollständiger und theilweise auch das geronnene Eiweiß wieder aufgelöst wird. Bei der gewöhnlichen Bereitungsweise der Fleischbrühe empfiehlt es sich, die zerkleinerten Knochen, Knorpeln und Sehnen mit dem kalten Wasser zuzusetzen (damit möglichst viel leimgebende Substanz aufgelöst wird) und das Fleisch erst einzulegen, wenn die Brühe kocht. Der Wohlgeschmack der Fleischbrühe wird übrigens durch Zusatz von Säuren (Milch- und Citronensäure), sowie von Kochsalz, Gewürzen und Wurzelwerk merklich entwickelt und pikanter. — Die käuflichen Bouillontafeln, welche sehr oft zur Bereitung von Fleischbrühe benutzt werden, bestehen hauptsächlich aus Leim (Gallerte), die man früher irrthümlich für das Wirksame (Kräftigende) in der Fleischbrühe hielt. Sie sind aber von dem wahren Fleischextracte wesentlich verschieden und keineswegs geeignet, dasselbe zu ersetzen. — Liebig stellt für Kranke eine Suppe (kalt bereitete Fleischbrühe, Fleischinfusum) blos mit kaltem Wasser so dar: es wird $^1/_2$ Pfund frisches Rindfleisch fein gehackt, mit etwa 1 Liter Wasser, dem man 4 Tropfen reine Salzsäure zugesetzt hat, gut unter einander gerührt und nach einer Stunde durch ein Suppensieb geseiht. Diese kalte Fleischbrühe ist leicht verdaulich, schmeckt aber nicht so gut wie andere Suppe und wird daher meist nur mit Widerwillen genommen. Sie kann auch für sich allein keine Nahrung bilden, denn sie enthält meist nur 1,2 Proc., im günstigsten Falle 3 Proc. Eiweiß und keine stickstofffreien Nahrungsstoffe. Selbst wenn täglich 180 Grm. genossen werden, erhält der Kranke nur 2,2 Grm. Eiweiß, welche nicht genügen. Mehr Eiweiß (6 Proc.) enthält der durch Auspressen des frischen Fleisches mit der hydraulischen Presse gewonnene Fleischsaft (Voit), welcher auch lieber genommen wird. Daneben müssen aber stets noch stickstofffreie Stoffe (Mehlspeisen, Zucker, Malzextract u. dergl.) genossen werden. — Was das in Südamerika und in Australien aus Büffel- und Schaffleisch fabrikmäßig hergestellte Liebig'sche Fleischextract betrifft, so ist dieses, sowie das nach derselben Methode hergestellte Buschenthal'sche Fleischextract, nicht im Stande, das Fleisch zu ersetzen, weil ihm die Eiweißstoffe fehlen. Es ist dieses Extract nichts anders als eine aus Ochsenfleisch bereitete, eingedickte Fleischbrühe, welcher

kein Leim, Fett und Eiweiß beigemischt ist. Dagegen ist es wegen seines Gehaltes an Kali-Salzen und Extractivstoffen ein ganz vorzügliches Belebungsmittel, welches wie die Fleischbrühe (s. S. 452) wirkt und wie diese ein Genußmittel ist. In großen Mengen kann es aber durch seine stark erregende Eigenschaft (die den Kaliverbindungen zukommt) schädlich werden. Es wird zur Herstellung von Fleischbrühe und in kleinen Mengen zur Geschmacksverbesserung der Wassersuppen und Bratensaucen verwendet. — Eine Suppe aus Fleischextract und Knochen wird nach Liebig auf folgende Weise bereitet: Man nimmt 2 Quart (2,2 Liter) Wasser, setzt $^1/_2$ Pfund (250 Gramm) grob zerschlagene Knochen oder dafür 2 Loth (33 Gramm) Ochsenmark hinzu, ferner Suppengemüse und kocht es bis zum Weichwerden der Gemüse (etwas über eine Stunde); nach Entfernung der Knochen wird $1^1/_4$ Lth. (20 Gr.) Fleischextract und die nöthige Menge Salz zugesetzt und man hat eine Suppe für 7 Personen fertig und viel Fleisch zum Braten erspart.

Das Dämpfen oder Dünsten des Fleisches (in einem verschlossenen Gefäße mit wenig Wasser auf dem Boden) ist ein Mittelweg zwischen Braten und Sieden, indem dabei das Weich- und Gahrwerden desselben durch die Einwirkung des Dampfes erfolgt, von dem das Fleisch umgeben ist, ohne daß es dabei bedeutenden Verlust an Saft erleidet. Gedämpftes Fleisch ist deshalb nahrhafter, saftiger und verdaulicher als gekochtes, steht aber dem gebratenen Fleische etwas nach. Wird beim Dämpfen zugleich Butter, Schmalz, fettes Oel u. dergl. angewendet, das Fleisch also geschmort, so wird das Fleisch gleichfalls saftig erhalten. — Durch Einsalzen oder Einpökeln verliert das Fleisch stets an Nahrhaftigkeit, weil in die Salzlake, besonders wenn dieselbe oft erneuert wird, ein großer Theil des Fleischsaftes und der Blutsalze übergeht. Auch die Verdaulichkeit des Fleisches leidet dabei, weil seine Fasern trockner und härter werden. Um dem Verlust an Fleischsaft und Salzen vorzubeugen, hat Liebig vorgeschlagen, die Salzlake bis zum Auskrystallisiren des Kochsalzes abzudampfen und die rückständige syrupdicke Mutterlauge (welche eine sehr concentrirte Auflösung von Fleischextract darstellt) nach dem Gahrkochen des Salzfleisches diesem wieder zuzusetzen und mitzugenießen. Anhaltender Genuß von Salzfleisch erzeugt leicht Scorbut und andere Ernährungsstörungen. — Geräuchertes Fleisch, ohne vorher eingesalzen zu sein (wie in geräucherten Würsten und Fischen) ist zwar nahrhaft, da es alle seine guten Bestandtheile behalten hat, jedoch etwas unverdaulicher als frisches Fleisch.

Fleischsolution nach Leube und Rosenthal. Mittelst einer von den Genannten ersonnenen Methode (Ueberhitzen und Behandlung mit Säure) wird Fleisch ohne Anwendung von thierischen Verdauungssäften so verwandelt, daß es unter Erhaltung seines vollen Nährwerthes leicht verdaulich gemacht wird und besonders zur Ernährung von Magenkranken mit Vortheil angewandt werden kann. Das Präparat, welches sich sehr gut bewährt hat, riecht nicht unangenehm und schmeckt nicht schlecht, ist aber leider sehr theuer. Es wird in den Apotheken zubereitet und ist mit einer Gebrauchsanweisung versehen.

**Conservirung des Fleisches.** Nach dem Tode des Thieres vollzieht sich früher oder später im Muskelgewebe ein freiwilliger Zersetzungsproceß, der zuerst das Fleisch ungenießbar macht und schließlich zerstört. Diesen Vorgang haben wir bereits als Fäulniß und Verwesung kennen gelernt (s. S. 67) und dabei erfahren, daß man durch Wasserentziehung, Kälte, Abschluß der Luft, Räuchern und durch chemisch wirkende Substanzen diese Processe verhindern kann. Durch Wasserentziehung, Austrocknen an der Sonne (mitunter wird das Fleisch vorher einige Tage mit Kochsalz bestreut) wird in Afrika (bei den Kaffern), in Aegypten und Südamerika Fleisch conservirt und unter den Namen „Charqui", „Beltang", „Pemikan" in den Handel gebracht. Das Präparat hat einen bedeutenden Nährwerth, ist aber unschmackhaft, lederartig zähe und bedarf vor dem Gebrauch längerer Aufweichung im Wasser. Eine

ähnliche Methode findet in Norwegen beim Trocknen der Seefische (Stockfische) Anwendung.

Auch das Pökeln des Fleisches (Pökelfleisch, Salzhering, Sardellen) wirkt durch Wasserentziehung, leider findet dabei nicht nur ein Verlust an Wasser, sondern auch an Eiweißstoffen, Salzen und Extractivstoffen statt, die in die Lake übergehen. Die conservirende Wirkung des Räucherns (Rauchfleisch, geräucherte Fische) beruht theils auf Wasserentziehung, theils auf dem Einfluß gewisser fäulnißwidrig wirkender Rauchbestandtheile (Kreosot, Holzessig), doch eignet sich das Räuchern nicht für feinere Fleischsorten, deren Geschmack und Beschaffenheit dadurch zu sehr verändert wird. Ein ganz vorzügliches, freilich nicht überall anwendbares Conservirungsmittel ist die Kälte (Eiskeller, Eisschränke), durch welche nicht nur die Fäulniß des Fleisches sicher verhütet, sondern auch der Geschmack und die feineren Qualitäten der einzelnen Fleischsorten sehr vollkommen erhalten werden. Neuerdings hat man große Dampfschiffe mit Eiskammern und Maschinen zur Darstellung von künstlichem Eis gebaut, um australisches und südamerikanisches Fleisch in Eis gepackt auf den europäischen Markt zu bringen. Gefrorenes Fleisch darf übrigens nach dem Aufthauen nicht lange in der Wärme liegen bleiben, weil es sonst rasch in Zersetzung übergeht. — Vortrefflich conservirt wird das Fleisch auch durch das Appert'sche Verfahren des Luftabschlusses, bei welchem die organischen, die Fäulniß einleitenden Keime durch hohe Hitzegrade zerstört und sodann die zur Aufbewahrung dienenden Gefäße hermetisch verschlossen werden. Man bringt das gekochte oder gebratene Fleisch mit der Brühe in Blechbüchsen, treibt durch mehrstündiges Sieden die Luft sorgfältig aus und verlöthet die Gefäße luftdicht. Auf diese Weise ist auch das amerikanische und australische Fleisch zubereitet, welches in neuester Zeit in den bekannten Conservenbüchsen auch in Deutschland in den Handel gekommen ist. — Kleinere Portionen Fleisch können durch Zugießen mit Fett (Talg, Schmelzbutter) oder Gallerte für kürzere Zeit conservirt werden. Um Schimmelbildung zu verhüten, muß aber die Gallerte mit einer Fett-, Oel- oder Alcoholschicht bedeckt werden. Außerdem empfiehlt sich in Haushaltungen das bloße Einreiben mit Salz (durch welches man Fleisch einige Tage conserviren kann), das Anbraten, das Einlegen in Essig, Bier, saure Milch, das Bestreuen mit Zucker (besonders bei Fischen). In den letzten Jahren wird auch die Anwendung von Salicylsäure (s. S. 57) empfohlen. In der heißen Jahreszeit läßt sich Fleisch 8—10 Tage frisch erhalten, wenn man dasselbe mit trockener Salicylsäure einreibt und unter mäßigem Drucke in einem zugedeckten Gefäße aufbewahrt. Soll das Fleisch länger aufbewahrt werden, dann legt man dasselbe 15—20 Minuten in eine wässerige Lösung der Salicylsäure (auf 1 Liter Wasser 3—4 Gramm Säure) und packt dann die gut abgetropften Stücke in ein kleines, gut verschließbares Fäßchen, dessen innere Wände man vorher mit trockener Säure abgerieben hat. Auch streut man obenauf noch etwas Säure. Soll das Fleisch zubereitet werden, so muß es unter mehrmaliger Erneuerung des Wassers gewaschen werden. In gleicher Weise wird auch die Borsäure zur Conservirung des Fleisches benutzt.

**Fleisch als Krankheitsursache.** Ungenießbares Fleisch; genießbares Fleisch von kranken Thieren. Das Fleisch kann schädlich werden, wenn es von Thieren stammt, die an bestimmten Krankheiten (Milzbrand, Rotz, Wuthkrankheit, Maul- und Klauenseuche, Pocken, Perlsucht oder Tuberculose, Typhus, Eiterungen, brandigen Zerstörungen u. dergl.) gelitten haben; wenn es Parasiten (Finnen, Trichinen) enthält; wenn es ferner von Thieren herrührt, die mit giftigen Arzneien behandelt wurden oder Gifte genossen haben; wenn es endlich einen

hohen Grad von Fäulniß erreicht hat, stinkend und schmierig geworden ist.

Es ist keineswegs erwiesen, daß, wie man früher annahm, durch Kochen und Braten das Fleisch von kranken Thieren unschädlich werde, obschon im Allgemeinen durch Kochen und Braten die Gefahr erheblich vermindert wird. Die Siedehitze zerstört zwar die Krankheitsstoffe (Contagien) im Fleische, durch das Kochen wird aber das kranke Fleisch deshalb noch nicht sicher unschädlich gemacht, weil das Fleisch ein so schlechter Wärmeleiter ist, daß die Siedehitze nur sehr langsam (erst nach Stunden) tiefer in das Fleisch eindringt. Bei Milzbrand, Rotz- und Wuthkrankheit besteht die Gefahr der Ansteckung schon bei dem Schlachten und der Zubereitung. Die Tuberculose (Perlsucht) ist erst in neuester Zeit durch zahlreiche Fütterungsversuche an Thieren als eine durch die Nahrung (s. bei Milch) übertragbare Krankheit erkannt worden. Diese Versuche berechtigen zu dem Schlusse, daß die Tuberkeln der Thiere von den Verdauungswegen aus auch auf den Menschen übertragen werden können; perlsüchtiges Fleisch ist deshalb unter allen Umständen als schädlich zu bezeichnen. Bis jetzt hat man Tuberculose beobachtet beim Haushuhn, Kaninchen, Schweine, Pferde und beim Hornvieh, bei letzterem tritt sie als Lungentuberculose und als Perlsucht auf. —

Nach Gerlach*) ist das Fleisch bei vielen Krankheiten absolut unschädlich und darf deshalb (mit Ausnahme der Rinderpest) aus volkswirthschaftlichen Rücksichten dem Verbrauche nicht entzogen werden. Die Entziehung wäre eine Verschwendung auf Kosten der Besitzer sowohl als der Consumenten, namentlich der nicht bemittelten, denen ein billigeres Fleisch entzogen wird. Unschädlich ist nach demselben Autor das Fleisch bei der Rinderpest (wenn die Gesetze gegen die Rinderpest dennoch das Vergraben der Pestkranken mit Haut und Haaren vorschreiben, so geschieht dies lediglich deshalb, weil die Pest durch das Fleisch und die Felle sehr leicht verschleppt werden kann), bei der Lungenseuche des Rindviehs, beim Rothlauf der Schweine (wenn es unzweifelhaft festgestellt ist, daß kein Milzbrand vorliegt), bei den Entzündungskrankheiten, insofern keine fauligen Zersetzungen und brandigen Zerstörungen dabei vorkommen, bei centralen Nervenkrankheiten, die nicht durch Krankheiten bedingt sind, welche Ungenießbarkeiten verursachen (dumme Pferde, Kühe mit Kalbefieber, Kreuzlähme und Starrkrampf sind vielfach geschlachtet und gegessen und niemals sind schädliche Folgen beobachtet worden), bei Krankheiten, die durch Parasiten bedingt sind, die nicht im Fleische sitzen und auch auf den Menschen überhaupt nicht übergehen. Hierher gehören folgende Parasiten: Leberegel in den Gallengängen der Schafe, Rinder, Schweine, Rehe, Hirsche; der gedrehte Palissadenwurm im Magen der Schafe; verschiedene Palissadenwürmer in der Luftröhre und den Bronchien der Schafe und Ziegen, Kälber und Schweine; die Blasenwürmer im Gehirn (Drehkrankheit) der Schafe, Ziegen und Rinder; die Hülsenwürmer in der Leber, den Lungen und Nieren des Rindes, Schafes und Schweines. Alle diese Parasiten führen mit der Zeit zur Abzehrung; so lange die Abzehrung des kranken Thieres noch keinen sehr hohen Grad erreicht, ist der Fleischgenuß unschädlich. Bei Drehkrankheit muß natürlich das Gehirn, bei Leberegel und Hülsenwurm (Echinococcus- oder Wasserblasen) die Leber, beziehentlich die Lungen und Nieren verworfen werden. Ferner ist das Fleisch unschädlich bei allen Lokalkrankheiten, die von keinen Zerstörungsprocessen begleitet sind, die keine Infectionsherde bilden. Hierher gehören: Verwundungen, Zerreißungen, Knochenbrüche, frische Entzündungen, gutartige Geschwülste u. s. w. Die erkrankten Organe und Organtheile sind natürlich nicht zu genießen.

*) Die Fleischkost des Menschen vom sanitären und marktpolizeilichen Standpunkte. Berlin, A. Hirschwald 1875.

Endlich ist das Fleisch genießbar von allen schlachtbaren gesunden Thieren, die plötzlich in Folge äußerer gewaltsamer Einwirkung oder ohne solche — apoplectisch — gestorben sind. Es ist hier nur zu berücksichtigen, daß der Milzbrand oft apoplectisch tödtet, weshalb immer erst festzustellen ist, daß kein Milzbrand vorliegt. Das genießbare Fleisch von kranken Thieren darf aber selbstverständlich nur dann genossen werden, wenn es keine Spuren von Fäulniß zeigt.

Fleisch mit Parasiten. Im Schweinefleisch, seltener auch im Rindfleisch finden sich die Finnen oder Blasenwürmer, d. s. Bandwurmlarven. Die Finnen entstehen aus Bandwurmeiern, welche das Schwein oder Rind mit der Nahrung aufnimmt. Sie tragen den Kopf eines bestimmten Bandwurms, von dem sie eine Entwickelungsstufe bilden und deshalb Ammen genannt werden. Werden ausgebildete lebendige Finnen von den Menschen mit der Fleischkost aufgenommen, so entwickeln sich die Finnen in seinem Dünndarme zu Bandwürmern. Die Finnen liegen im Fleische, besonders im Bindegewebe zwischen den Fleischfaserbündelchen. Lieblingsorte sind: das Herz, Zwerchfell und die hintere Hälfte der Zunge. Die Finne des Schweines, die Amme des Einsiedlerbandwurms, erscheint als ein grauweißes Bläschen, ungefähr von der Größe einer Erbse, die den Wurm (Bandwurmkopf mit Hakenkranz und Anlage des Bandwurmleibes) durchschimmern läßt. In gekochtem, geräuchertem (ausgetrocknetem) Fleische ist dieses Wasserbläschen eingeschrumpft und bildet ein hanfkorngroßes, festes graues Knötchen, welches zwischen den Zähnen knackt. In zerhacktem Fleische und Wurst sind die Finnen schwieriger zu erkennen, weil die Blase meist zerstört ist. Mit Hülfe des Mikroskops lassen sich aber Theile des Hakenkranzes auffinden. Weil das Auffinden der Finnen in Würsten erschwert ist, wird leider das finnige Fleisch in der Regel zur Darstellung von Wurst verwendet. Finden sich auch im fein zerhackten Fleische keine unverletzten Finnen, so kann doch eine Uebertragung stattfinden, weil die Finne auch ohne Blase noch eine Zeit lang fortlebt und sich in dem Verdauungskanale des Menschen zum Bandwurm entwickeln kann. In den meisten Fällen wird der Bandwurm durch den Genuß von finniger Wurst erworben. Durch Räuchern, Kochen, Braten und Pökeln werden die Finnen getödtet, aber nur dann, wenn das Fleisch sehr stark und lange eingesalzen wird oder längere Zeit der Siedehitze ausgesetzt bleibt. Desgleichen muß das Räuchern sehr lange fortgesetzt werden. Da aber einzelne Finnen trotz all dieser Vorsichtsmaßregeln leben bleiben können, so muß, weil eine einzige Finne sich im Menschen zum Bandwurm entwickeln kann, das finnige Fleisch von dem Genusse ausgeschlossen bleiben. Beim Schweine kommen die Finnen sehr häufig vor und in Folge dessen (besonders in jenen Gegenden wo viel Fleischwurst gegessen wird) auch der Bandwurm beim Menschen. — Die Rindsfinne, die Amme des Kanalwurms, ist der Schweinsfinne ähnlich; sie hat aber keinen Hakenkranz und ist etwas größer. Die Rinderfinne findet sich seltener wie die Schweinsfinne.

Im Schweinefleisch kommt ferner der spiralförmige Haarwurm, die Trichine vor, die nicht nur Krankheit, sondern auch Tod verursachen kann und schon oft verursacht hat. Die im Fleische sitzende Trichine, ein geschlechtsloses, spiralförmig aufgerolltes, in einer dünnen Kapsel liegendes Rundwürmchen, ist nur durch das Mikroskop zu erkennen. Ist die Trichine durch trichinöses Schweinefleisch in unsern Verdauungsapparat gelangt, so zerfällt die Umhüllungshaut, und die freigewordene Muskeltrichine entwickelt sich zur Geschlechtsreife und vermehrt sich rapid. Die jungen geschlechtslosen Trichinen durchbohren die Wand des Darmes und wandern bis zu den entferntesten Theilen des Körpers in die Muskelfasern, rollen sich hier nach einiger Zeit auf und werden mit einer Kapsel umgeben, in welcher sie Jahre lang lebendig und unverändert bleiben. Durch geeignete Vorsichtsmaßregeln kann man sich aber sehr leicht vor der Gefahr einer Trichinenvergiftung schützen. Man

genieße Schweinefleisch nur nach einer **sorgfältigen** mikroskopischen Untersuchung oder in solcher Zubereitung, daß, wenn selbst zahlreiche Trichinen darin vorhanden wären, doch kein Nachtheil aus diesem Genusse hervorginge. Die richtige Zubereitung besteht nun darin, daß das Schweinefleisch (Cotelettes, Frankfurter-, Röst- und Bratwürste, Wurstfleisch) gehörig durch und durch gekocht, gebraten oder geröstet wird. Denn die länger einwirkende Siedehitze macht die Trichinen ganz sicher todt. Es ist aber dabei zu beachten, daß die Hitze längere Zeit einwirken muß, ehe sie tiefer in das Fleisch dringt. Schweinefleisch ist nur dann genügend gekocht oder gebraten, wenn das Fleisch in der Tiefe weder röthlich erscheint, noch röthlicher Saft auf der Schnittfläche hervortritt. Soweit das Fleisch noch röthlich gefärbt ist, soweit sind auch im trichinösen Fleische die Trichinen noch lebendig. Rohes und halbrohes Schweinefleisch, wie es sich nicht selten in nicht gehörig durchbratenem Fleische (hauptsächlich der innere Theil eines Bratens) und in nur halb gahr gekochtem (gewelltem) Wurstfleische vorfindet, genieße man nie. Rohen Schinken, Schlack-, Cervelat- und Mettwürste genieße man nie, wenn das zu denselben verwendete Fleisch nicht sorgfältig mikroskopisch untersucht worden ist. Längeres Einsalzen ohne Wasser tödtet die Trichinen, man müßte aber Würste bis zur Ungenießbarkeit versalzen, um die etwa vorhandenen Trichinen zu tödten. Im Pökel-(Salz-)Fleisch sterben sie erst nach wochenlanger Einwirkung und zwar am sichersten in den trocken gelegenen Fleischpartien, während das in den Salzlaken gelegene Fleisch länger lebendige Trichinen behält. Heiße Räucherungen tödten nur, wenn sie nicht bis zum völligen Austrocknen fortgesetzt werden, die in der äußersten Schicht befindlichen Trichinen. Die Schnellräucherung (mit Holzessig, Kreosot) gewährt keinen Schutz. Neuerlichst hat man in den Muskelfasern von Speck, und in Schinken, welche aus Amerika importirt waren, wiederholt Trichinen gefunden. Die mikroskopische Untersuchung des Fleisches schützt nur bei sehr sorgfältiger Ausführung. Im Herzogthum Braunschweig ist die mikroskopische Untersuchung des Schweinefleisches obligatorisch; trotzdem sind im Jahre 1877 in Leipzig trichinenhaltige Braunschweiger Mettwurst und Schinkenroulade zum Verkauf gekommen, die vielfache Erkrankungen, sowie mehrere Todesfälle hervorgerufen haben. Es kann daher nicht dringend genug vor dem Genusse des rohen oder ungenügend gekochten Fleisches (Wurst, Schinken) gewarnt werden. —

Fleisch von Thieren, die mit giftigen Arzneien behandelt wurden oder Gift genossen haben. Am gefährlichsten ist das Fleisch von Thieren, die metallische Gifte, besonders Blei-, Kupfer- und Quecksilberpräparate, Phosphor und Arsenik erhalten haben. Bittere und starkriechende Arzneimittel theilen dem Fleisch Geschmack und Geruch mit.

Faules Fleisch. Bei den Anfängen des Fäulnißprocesses, dessen erste Spuren sich durch den Geruch zu erkennen geben, ist das Fleisch noch unschädlich. Mürbe, schmierig und stinkend gewordenes, theilweise grünlich gefärbtes Fleisch ist schädlich. Das genießbare Fleisch von kranken Thieren darf schon bei leichteren Graden der Fäulniß nicht genossen werden. Faulende Fische scheinen immer nachtheilig zu sein, während Fleisch mit haut-goût von höheren Thieren, obwohl es durch die Zubereitung seinen Geruch nicht verliert, doch ohne Nachtheil gebraten oder gekocht genossen werden kann. In Würsten (besonders in schlecht gekochten und geräucherten Blut- und Leberwürsten) und in Schinken entwickelt sich zuweilen ein höchst giftiger Stoff (Wurst- und Schinkengift), der am häufigsten in Württemberg beobachtet wurde und sich durch scharfen, ranzigen oder sauren, auch bitterlich-säuerlichen Geschmack zu erkennen giebt. — Man genieße niemals Fleisch (Wurst) von säuerlichem, scharfem oder widerlichem Geruch und Geschmack.

Es entwickeln sich zu Zeiten in einzelnen Thieren, namentlich in Fischen und Muscheln noch unbekannte, auffallend scharf schmeckende Gifte, die durch keine Zubereitungsweise vernichtet werden.

In Blechbüchsen conservirtes Fleisch kann schädlich werden, wenn das Löthmetall zu dick aufgetragen ist und an der inneren Fläche der Büchse mit dem Fleische in Berührung kommt und das Fleisch mit giftigen Bleisalzen imprägnirt. Man thut gut, von dem Inhalte der Blechbüchsen die oberste Schicht nicht zu genießen, namentlich dann, wenn die Löthstelle des Deckels sich an der inneren Seite nicht metallisch glänzend zeigt, sondern ein mattweißes oder graues Ansehen hat.

Große Vorsicht ist beim Einkauf des Federviehes geboten, wenn es nicht lebendig auf den Markt gebracht wird. In großen Städten kommt notorisch das krepirte Federvieh auf den Markt. Die Schlachtwunde ist stets mit Blut unterlaufen, wenn sie während des Lebens und nicht betrügerischer Weise dem krepirten Thiere beigebracht wurde. Fette Gänse, die in Folge einer Ueberfüllung (Stopfen, Nudeln) oder zu großer Feistheit leicht und plötzlich sterben, sind genießbar. Im Allgemeinen ist aber das krepirte Federvieh, besonders Hühner, als ungenießbar zu betrachten, weil durch die auf den Feldern ausgestreuten Ratten- und Mäusegifte häufig Arsenik- und Phosphor- oder vergiftungen vorkommen.

Im Interesse der öffentlichen Gesundheitspflege muß die allgemeine Einführung der obligatorischen Fleischbeschau, deren Nothwendigkeit die Wissenschaft längst nachgewiesen hat, namentlich für die großen Städte dringend befürwortet werden. Freilich ist hierzu die Aufhebung der Privatschlächtereien und die Errichtung öffentlicher Schlachthäuser, in denen jedes Stück Schlachtvieh schon bei Lebzeiten auf seinen Gesundheitszustand obrigkeitlich untersucht wird, unumgänglich erforderlich. In Süddeutschland, wo obligatorische Fleischbeschau besteht, wird das minder werthige (nicht bankmäßige) Fleisch (genießbares Fleisch von kranken Thieren) offen als solches in Freibänken feilgehalten, während das bankmäßige Fleisch nur von concessionsberechtigten Fleischern verkauft wird. Wo keine Fleischbeschau besteht und der Verkauf nicht geregelt ist, läuft mit dem minderwerthigen Fleisch, welches häufig zu Betrügereien benutzt wird, auch schädliches Fleisch unter. Einen gewissen Schutz gewährt unter solchen Verhältnissen die Sorgfalt im Kochen und Braten des Fleisches sowie die Enthaltsamkeit vom Genuß des rohen Fleisches.

## Ei.

Die Eier, welche das gesammte Material zum Aufbau des jungen Thierkörpers liefern, also alle die Stoffe in sich enthalten, aus denen unser Blut und unser Körper bestehen, sind nicht nur sehr nährende, sondern auch bei richtiger Zubereitung leicht verdauliche Nahrungsmittel. — Am häufigsten werden die Eier der Vögel genossen und zwar nicht nur die der gezähmten hühnerartigen Vögel (wie des Haus-

huhns, der Fasanen-, Puter- und Pfauenhennen, sondern auch die der Enten, Gänse, Kiebitze; die Isländer, Eskimos und andere Polarvölker verzehren im Frühjahr die Eier von Möven, Meerschwalben und anderen Schwimmvögeln; den Neuholländern dienen die Eier des Emu, den Negern, Kaffern und Hottentotten Straußeneier zum Lebensunterhalt. Bei den Chinesen gelten Eier, die halb bebrütete Junge enthalten, für Leckerbissen. — Außer Vogeleiern dienen dem Menschen sodann auch noch die Eier von Amphibien zur Nahrung, denn es werden die der Schildkröten und des Kaiman von den Indianern des Orinoko und von den brasilianischen Völkerschaften genossen. Ja am Amazonenflusse benutzt man den Dotter der Schildkröteneier auch noch zur Bereitung von Butter. — Von den Fischen liefern besonders Störe, Karpfen, Barsche, Lachse, Forellen und Heringe in ihren Eiern (Rogen) eine beliebte Speise. Die eingesalzenen Fischeier stellen den bekannten Caviar dar; der beste stammt vom Sterlett, der minder gute von anderen Stören, sowie von Hechten, Karpfen, Heringen. Einige Fische, wie Barben und Weißfische, haben Eier, deren Genuß nicht selten unangenehme Zufälle (wie Uebelkeit, Erbrechen, Durchfall) erregen.

Was die **Zusammensetzung** des Eies betrifft, so fällt beim Vogelei bekanntlich zunächst die feste Schale (aus kohlensaurem Kalk) und innerhalb derselben das Weiße oder Eiweiß, sowie das (aus der Eizelle und dem Nahrungsdotter bestehende) Eigelb oder der Dotter in die Augen. Das Weiße des Eies besteht zum größten Theile aus Wasser (80—85 Proc.), in welchem Eiweiß (als concentrirte Albuminatlösung), geringe Mengen von Fett und solche Salze, die sich auch im menschlichen Blute befinden, aufgelöst enthalten sind. Sodann findet sich darin noch ziemlich viel Traubenzucker. Nun halte man aber das gallertartige Eiweiß, wie man es aus frischen Eiern erhält, nicht etwa blos für ein durch Wasser aufgequollenes Eiweiß nebst anhängendem Fett und eingemengten löslichen Stoffen, denn es enthält auch noch unlösliche zarte Häutchen, welche erst auf Zusatz von Wasser als feine Flocken sichtbar werden. Diese Häutchen, welche das Eiweiß nach verschiedenen Richtungen hin durchkreuzen, bewirken, daß das Eiweiß beim Ausschlagen des Eies noch eine ziemlich zusammenhängende Masse darstellt. Wie fast allem Eiweiße, so kommt auch dem Eiereiweiß die Eigenschaft zu, durch Hitze fest zu werden, zu gerinnen. — Der Dotter oder das Eigelb, welches eine sehr zähe, dicke, bald gelbrothe, bald schwefelgelbe Flüssigkeit darstellt, enthält weniger Wasser (50—55 Proc.) wie das Eiweiß und an festen Bestandtheilen folgende Stoffe: Eiweißstoffe, besonders das hochzusammengesetzte Vitellin (s. S. 59), Fette (Olein und Palmitin, sogen. Eieröl), sodann einen gelben und einen rothen eisenhaltigen Farbstoff, Traubenzucker, Lecithin, Cholesterin, Salze (Kali- und Natronsalze) und Phosphorsäure. Der

Dotter giebt mit Wasser eine milchähnliche Flüssigkeit und gerinnt beim Erhitzen nicht compact, sondern krümlich. Das Gewicht des Hühnereies beträgt etwa 50—55 Gramm, das der Schale etwa 10 Proc. davon. Im Ganzen enthält ein Hühnerei etwa 7 Gramm Eiweißstoffe (14 Proc.), 5,5 Gramm Fette und Extractivstoffe (10 Proc.) und 0,5 Gramm Salze (0,9 Proc.). Die chemische Zusammensetzung des gesammten Eies zeigt eine große Aehnlichkeit mit jener des Gehirns und der Nervensubstanz. Die Asche des Eidotters nähert sich, in ihrer quantitativen Zusammensetzung, der Asche der Blutkörperchen, während sich jene des Eiweißes der des Blutplasmas anschließt. Die Eier enthalten alle zur Entwickelung des werdenden Thieres nöthigen Stoffe vorgebildet, auch die Kieselerde der Vogelfedern und das Fluor der Knochen fehlt nicht. Die Eierschale der Vögel und Amphibien besteht vorzugsweise aus kohlensaurem Kalk, mit geringen Mengen von kohlensaurer Magnesia, phosphorsaurem Kalk, Spuren von phosphorsaurem Eisenoxyd und organischen Stoffen. Die Färbung der Schalen findet erst in der im Enddarm befindlichen Cloake statt und soll von veränderten Gallenfarbstoffen herrühren.

Das Ei ist ein ausgezeichnetes, sogar ein sehr concentrirtes Nahrungsmittel, weil es alle zur Entwickelung des werdenden Thieres nöthigen Stoffe bereits vorgebildet enthält. Ein Hühnerei enthält an Gewicht etwa so viel Nahrungsstoffe, als 150 Gramm Kuhmilch oder 40 Gramm fettes Fleisch. Ein Erwachsener würde hiernach bei ausschließlicher Eiernahrung täglich 18—20 Eier essen müssen, um den Eiweißbedarf seines Körpers zu decken. Uebrigens wird der Nahrungswerth des Eies wesentlich herabgedrückt, wenn man das Eiweiß nicht mit genießt. Die Enteneier verdienen mehr Beachtung als üblich ist, da sie einen größeren Nährwerth wie die Hühnereier besitzen und die Enten bei gleichem Futter fleißiger wie die Hühner legen. Was die Verdaulichkeit des Eies betrifft, so sind für den Magensaft geronnenes und ungeronnenes Hühnereiweiß an und für sich ganz gleich verdaulich. Es gerinnt nämlich das Eiweiß der rohen Eier im Magen, ähnlich wie der Käsestoff der Milch, und muß dann durch den Magensaft wieder aufgelöst werden. Die Auflösung und die dadurch ermöglichte Aufsaugung geht aber um so schwieriger vor sich, in je größeren und compacteren Stücken dasselbe genossen wird, dagegen löst es sich um so rascher, je fein vertheilter und flockiger es in den Magen kommt. Das geronnene Eiereiweiß löst sich aber dann etwas schneller auf, sobald es in recht kleinen Stückchen (also gut gekaut) in den Magen gelangt, während große Stücke fast niemals ganz aufgelöst werden. Weichgekochte Eier sind deshalb leichter verdaulich, wie hartgekochte. Sonach würde einem schwachen Magen zu empfehlen sein: Eier ganz weich gekocht oder noch besser gequirlt und geschlagen, oder als flockiger Niederschlag in Milch oder Suppe zu genießen. Hartgekochte Eier

müssen stets gut gekaut und zerkleinert werden. Wird genommenes Ei nicht gehörig zerkaut und bleibt es dann längere Zeit im Magen, so entwickeln sich bei seiner Zersetzung Schwefelwasserstoffgas und Buttersäure, welche übelriechendes Aufstoßen, Magendrücken und Uebelkeit verursachen und die Verdauung stören. Das Fett des Dotters, auf welches der Magensaft gar keine Wirkung ausübt, wird im Dünndarme wie alle übrigen Fette entweder durch die Galle, den Darmsaft und den Bauchspeichel in so feine Partikelchen zertheilt, daß es einer Mandelmilch ähnlich sieht und leicht von den Saugadern aufgesogen und in das Blut geschafft werden kann, oder durch den Bauchspeichel in Fettsäuren und Glycerin zerlegt.

**Bau** des gelegten, unbebrüteten Hühnereies. Jedes Vogelei wird zunächst von 2 Schalen umgeben, von denen die äußerste auch schlechthin Schale genannt wird, hart ist und hauptsächlich aus kohlensaurem Kalke besteht. Sie läßt Luft und Wasserdunst durch sich hindurchtreten. An ihrer inneren Fläche befindet sich eine zweite, weiche häutige Schale oder die Schalenhaut; sie ist aus zwei Blättern zusammengesetzt, von denen das äußere durch kleine Wärzchen in Grübchen der harten Schale festhängt, das innere dagegen glatt und dem Eiweiß zugekehrt ist. Am stumpfen Ende des Eies weichen diese beiden Blätter der Schalenhaut aus einander und lassen hier den sogen. Luftraum zwischen sich, der aber erst nach dem Legen des Eies entsteht und sich beim längern Liegen und Bebrüten des Eies sehr vergrößert. Das Weiße des Eies, äußerlich vom innern Blatte der Schalenhaut umgeben und rings um den Dotter liegend, ist eine concentrirte Eiweißlösung, welche in einem zarten Maschennetze eingeschlossen ist und von zwei den Dotter an den beiden Enden der Eischale befestigenden Bindegewebssträngen, den sogen. Hagelschnüren durchsetzt wird. Die äußere Schicht des Eiweißes ist dünnflüssiger, die innere dagegen dickflüssiger und zäher, besonders an den Enden (Polen) des Eies, rings um die Hagelschnüre herum. Die vom Eiweiß umgebene Dotterkugel, der Dotter, das Eigelb, welches seines Fettgehaltes wegen leichter als das Eiweiß ist, befindet sich, man mag das Ei drehen wie man will, doch stets dem nach oben gehaltenen Theile der Schale etwas näher und nicht im Mittelpunkte des Eies. Es besteht der Dotter aus Körnchen, Kügelchen und Fettbläschen (Dotterkügelchen) und wird von einer ganz feinen durchsichtigen Haut, der Dotterhaut, eingeschlossen. Im Mittelpunkte des Dotters befindet sich eine Stelle (Centralhöhle) aus hellerer Dottermasse und aus dieser führt ein Gang mit ebensolcher Dottermasse nach der Oberfläche des Dotters zum Keimbläschen hin, welches jetzt dicht unter der Dotterhaut liegt (früher aber als Kern der Eizelle im Mittelpunkte des Dotters lag) und von einer heller gefärbten Schicht des Dotters, dem weißen Dotter, umgeben ist. Die kleine, den Eikern umgebende Masse des weißen Dotters bildet außen auf der gelben Dotterkugel, ein kleines kreisrundes weißes Fleckchen, den sogen. Hahnentritt oder die Narbe. Sobald das Ei befruchtet ist, zerfällt das Keimbläschen oder der Zellkern durch Theilung in viele Kerne und ebenso theilt sich das Protoplasma des Hahnentritts in viele Zellen und wird nun als Keimscheibe bezeichnet. Nur aus der Keimscheibe, dem Bildungsdotter, baut der Vogelkörper seine Zellen auf, die übrigen weißen und gelben Dottertheile bilden zusammen den Nahrungsdotter, der, wie die Eiweißmasse, vom Embryo als Proviant verzehrt wird und zu seiner Ernährung dient. — Ursprünglich ist das Vogelei eine ganz kleine Zelle; erst im Eileiter nimmt sie eine große Masse von Nahrung auf, die sie zu der bekannten gelben Dotterkugel verarbeitet. Durch die Ansammlung der Dottermasse wird

der Kern der Eizelle, das Keimbläschen, an die Oberfläche der Dotterkugel gedrängt. Die Eiweißmasse, die äußere Kalkschale und die Schalenhaut werden erst innerhalb des Eileiters um das Ei herum gebildet.

Die **Eier der Fische und Amphibien** unterscheiden sich von den Eiern der Vögel insofern, als der Dotter farblose und stark glänzende krystallähnliche Plättchen enthält. Die Dotterplättchen sind bei den verschiedenen Arten von verschiedener Gestalt und Zusammensetzung, gleichen in ihrem chemischen Verhalten weder dem Eiweiß noch dem Fette, und scheinen aus Vitellin oder einem diesem sehr nahe stehenden Stoff zu bestehen. Die Karpfeneier sollen eine große chemische Uebereinstimmung mit dem Eigelb der Hühnereier haben.

Wegen des Aufbewahrens der Eier beachte man, daß sie bei allzulangem Liegen an der Luft unter Abgabe von Wasser und Kohlensäure langsam austrocknen. Bei längerer Aufbewahrung unterliegen die Eier einer Verderbniß, welche auf einem durch Pilzsporen eingeleiteten Fäulnißprocesse beruht. Die Pilzsporen können durch die unverletzte Schale in das Ei eindringen; erleichtert wird ihr Zutritt, wenn die Schale Risse und Sprünge hat. Durch Ueberziehen der frischen Eier mit geschmolzenem Paraffin oder mit einem trocknenden Oele (Leinöl, Mohnöl) kann der Gewichtsverlust beschränkt und die Fäulniß hintangehalten werden. Aehnlich, aber weniger vollständig, wirkt durch Luftabschluß das Einlegen der Eier in Häckfel, Sägespähne, Asche, Salz und Kalkwasser. Beim Aufbewahren in Kalkwasser, bei welchem die Poren der Schale wahrscheinlich durch ausgeschiedenen kohlensauren Kalk verstopft werden, nehmen jedoch die Eier einen eigenthümlichen Geschmack an, das Eiweiß wird flüssiger und läßt sich nicht gut zu Schaum schlagen. Sehr lange halten sich auch Eier, die eine halbe Stunde in eine concentrirte wässerige Lösung von Salicylsäure gelegt und sodann an der Luft getrocknet wurden.

Um frische Eier als solche zu erkennen, hat man folgende Hülfsmittel: 1) man halte das Ei gegen das Licht; erscheint das Weiße noch ganz hell und überhaupt noch voll, so ist es gut. 2) Schüttelt man ein Ei, so darf man, wenn es noch gut sein soll, nichts hören; schwappt es im Innern, dann ist es zum Aufbewahren untauglich. 3) Hält man die beiden Enden des Eies an die Zunge und fühlt man, daß es am stumpfen Ende wärmer ist als am spitzen, so ist es noch gut; ist dagegen die Temperatur gleich, dann taugt es nichts mehr. 4) Schwimmt ein Ei in (etwa 5%iger) Kochsalzlösung, so ist es gewiß alt. — Gefrorene Eier werden wieder brauchbar, wenn man sie mehrere Stunden in recht kaltes Wasser legt.

Bei der Zubereitung der Eier ist zu beachten, daß beim Zusetzen derselben mit kaltem Wasser etwas von diesem Wasser in das Innere des Eies dringt und daß man deshalb Eier nicht in unreinem Wasser kochen darf. Auch dringt bei der langsamen Erwärmung der Eier etwas Eiweiß nebst Salzen durch die Schale heraus. — Ostereier müssen stets mit unschädlichen Farben gefärbt werden, und bei dem Genuß nicht selbst gefärbter ist große Vorsicht geboten, da öfters giftige Farben dazu verwendet werden.

Eierconserven. Neuerdings werden getrocknete und gepulverte Eier, rein oder mit mehligen Zusätzen versehen in den Handel gebracht, die keine Zersetzung erleiden, wenn sie in gut geschlossenen Behältern aufbewahrt werden und die, in Wasser aufgeweicht, für viele Zwecke die frischen Eier vollkommen ersetzen können. — Getrocknetes Eiweiß, wie es für industrielle Zwecke hergestellt wird, wurde in Paris während der Belagerung mit gutem Erfolge zur Ernährung verwerthet.

# Getreidearten.

## Mehl, Brod, Mehlspeisen.

Die Getreidearten (Cerealien), deren Anbau in nur wenigen Theilen der Erde unmöglich ist und mit der Gesittung der Völker Hand in Hand geht, nehmen hinsichtlich ihrer Nahrhaftigkeit unter den Pflanzen neben den Hülsenfrüchten bei weitem den ersten Rang ein und stehen den thierischen Nahrungsstoffen am nächsten; von ihnen dienen Weizen, Roggen, Gerste, Hirse, Hafer und Buchweizen den gemäßigten und kälteren Zonen, Mais und Reis aber den wärmeren Ländern als Hauptnahrung. Von diesen Getreidearten ist es stets die Frucht, welche gewöhnlich, nach vorheriger mechanischer Zerkleinerung, als Mehl zur Nahrung verwendet wird. Die Fruchtschale dieser Körner besteht aus holzartigem Zellstoff (Cellulose), auch ist das Innere der Körner von diesem Zellstoffe überzogen und schließt in seinen Maschen und Zellen das Stärkemehl ein. Für die menschlichen Verdauungswerkzeuge ist dieser Zellstoff, welcher beim Mahlen zum größten Theil in der Kleie zurückbleibt, unauflöslich und deshalb werthlos. Am reichlichsten findet sich der Zellstoff im Hafer, am spärlichsten im Weizen. — Die wichtigsten Bestandtheile der Getreidekörner umfassen alle vier Gruppen von Nahrungsstoffen: Eiweißkörper, Stärkemehl, Fette und Salze, und zwar in einem für die Ernährung des Menschen ziemlich günstigen Mengenverhältniß. Von den Eiweißstoffen*) ist der Kleber, der in größter Menge sich dicht unter der Fruchtschale, in geringer Menge im Kerninnern befindet und mit dem Weißen im Ei zu vergleichen ist, der wichtigste Bestandtheil der Getreidekörner. Der stickstoffhaltige Kleber, welcher durch Wasser aufquillt und nach dem Auswaschen der Stärke als klebrige Masse zurückbleibt, verleiht dem Mehl von Weizen, Roggen, Hafer, Gerste und Mais die wichtige Eigenschaft, zusammenzubacken und sich zu Brod und Kuchen verarbeiten zu lassen; der Hirse und dem Reis, sowie den Kartoffeln und Hülsenfrüchten fehlt bekanntlich dieser bindende

*) Die Eiweißstoffe, welche den werthvollsten Bestandtheil der Getreidekörner bilden, sind nicht nur in den verschiedenen Getreidearten in verschiedener Menge vorhanden, sondern es ist auch dieselbe Kornart bald reicher, bald ärmer daran. So enthält der Weizen wärmerer Gegenden mehr Kleber als der aus kälteren Gegenden, weshalb das Mehl des erstern den Teig mehr bindet (mehr ausgiebt). Auch das Sommergetreide ist reicher an Kleber als das Wintergetreide; und im trockenen, sonnenreichen Sommer bildet sich mehr Kleber als im kühlen, feuchten Sommer. Selbst die Düngung hat großen Einfluß nicht nur auf die Menge der Körner, sondern auch auf deren Eiweißgehalt; stickstoffreicher Dünger macht sie reicher an eiweißartigen Bestandtheilen.

Kleber. Neben dem Kleber finden sich in den Getreidekörnern noch Pflanzeneiweiß (Albumin) und Lecithin. Am meisten von den Eiweißstoffen enthalten der Weizen, die Gerste, der Roggen, der Hafer, der Mais, am wenigsten der Reis und Buchweizen. Beim Mahlen bleibt leider eine ziemliche Menge dieses werthvollen Eiweißstoffes in der Kleie am Zellstoff zurück. Das Brod, welches mit der Kleie gebacken wird (Kleienbrod, westfälischer Pumpernickel), ist daher reicher an Kleber, allein neuere Versuche haben bewiesen, daß es im menschlichen Darm nur ungenügend ausgenützt wird und den Darm durch unverhältnißmäßig reichliche Kothbildung unnöthig belastet. Die Gerste läßt sich am besten und ohne großen Verlust an Eiweißstoffen schälen. — Die stickstofflosen Substanzen und Kohlenhydrate, welche den sogen. Mehlkern bilden und mit dem Dotter im Ei zu vergleichen sind, bestehen hauptsächlich aus Stärke (Stärke-, Kraft- oder Satzmehl, Amylum), sodann noch aus Gummi (Dextrin), geringen Mengen von Fett und Zucker. Die Stärke besteht aus mikroskopisch kleinen geschichteten Körnern, deren Größe und Gestalt in den verschiedenen Mehlarten verschieden und so eigenthümlich sind, daß sie mittels des Mikroskops die Verfälschung eines Mehles durch andere Mehlarten leicht erkennen lassen. Durch Hitze, Säuren und Hefe, sowie durch ein zuckerbildendes Ferment (Diastase s. S. 68) wird das Stärkemehl in Stärkegummi (Dextrin) und weiter in Zucker umgewandelt; dasselbe geschieht innerhalb unseres Körpers mit Hülfe des Mund- und Bauchspeichels und des Darmsaftes. An Fett (fettem Oel) enthalten die verschiedenen Getreidearten und zwar nach ihrem verschiedenen Standorte, wechselnde Mengen, zwischen 1 und 6 Proc. Der Fettgehalt ist am größten in der Kleie. — Neben Eiweißkörpern, den Kohlenhydraten (Zucker, Gummi, Zellstoff), Stärke und dem Fette, enthalten die Getreidesamen noch gewisse aromatische Stoffe, welche ihren Geschmack bedingen, sowie mineralische Bestandtheile (Salze), welche den Salzen des Blutes gleichen, vorwiegend Kali und Phosphorsäure, sowie auch Eisen.

Die durchschnittliche Zusammensetzung der verschiedenen Getreidearten ergiebt sich aus folgender Tabelle. Es enthalten in 100 Theilen

| | Wasser | Eiweißstoffe | Fette | Stärkemehl, Dextrin | Holzfaser | Asche |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Weizen | 13,5 | 12,4 | 1,7 | 67,9 | 2,7 | 1,8 |
| Roggen | 15,3 | 11,4 | 1,7 | 67,8 | 2,0 | 1,8 |
| Gerste | 13,8 | 11,2 | 2,1 | 65,5 | 4,8 | 2,6 |
| Hafer | 12,9 | 11,7 | 6,0 | 55,5 | 10,8 | 3,1 |
| Mais | 13,9 | 10,0 | 4,8 | 66,8 | 2,8 | 1,7 |
| Reis | 14,4 | 6,9 | 0,5 | 77,6 | 0,1 | 0,5 |
| Hirse | 13,1 | 10,9 | 3,7 | 56,9 | 13,1 | 2,3 |
| Buchweizen | 11,4 | 10,6 | 2,8 | 55,8 | 16,5 | 2,9 |

Die Zubereitung der Getreidesamen zur Nahrung besteht in Entfernung des unverdaulichen Zellstoffes (der Fruchthülle mit der Kleie) und in vollständiger Zertrümmerung der enthülsten Samen zu Mehl. Dieses macht man aber durch Kochen und Backen (wobei die Stärkekörner zersprengt werden), sowie durch den Gährungsproceß verdaulicher.

Die Zerkleinerung der Getreidekörner geschieht durch Mühlen und zwar, nach der Art des Mahlens, in verschiedenem Grade: zu Schrot (größeren Stücken), zu Graupen, Grütze und Gries (durch Abschälen der Hülse und eines Theiles des Kerns), zu Mehl (zu Pulver). Die abgesprengten unverdaulichen, zellstoffigen Hüllen, welche durch Sieben von den verdaulichen Bestandtheilen getrennt werden und die Kleie (von der im Mittel auf 78 Theile Mehl etwa 21 Theile kommen) bilden, sind leider stets noch mit Kleber, mit Fetten, Salzen und würzigen Stoffen gemischt und es ist deshalb das Mehl, zumal das feine weiße Kernmehl (was am meisten seiner stickstoffhaltigen Bestandtheile beraubt und deshalb weniger nahrhaft als das gröbere und gelblich-graue ist), ärmer an Nahrungsstoff als die ungemahlene Frucht. Es sind nun aber die an der Kleie haftenden Eiweißstoffe so fest in Zellstoffhüllen eingeschlossen, daß sie trotz Kochens und Backens doch nicht gehörig für den menschlichen Verdauungsapparat verdaulich gemacht werden können. — Auch die gröberen Gerstengraupen enthalten, wie das gröbere und grauere Mehl, mehr Kleber, als die feineren Perlgraupen und das Gerstenmehl. Hafergrütze und Weizengrütze sind kleberhaltiger als die feineren Mehlsorten dieser Früchte, und geschälter Reis besteht überwiegend aus Stärke, da die eiweißartigen Bestandtheile zum großen Theil an den Schalen (aus denen Reismehl bereitet wird) hängen bleiben. — Das Stärkemehl der Getreidefrüchte hat chemisch die gleiche Zusammensetzung wie das Stärkemehl anderer Früchte, nur die Gestalt und Größe der Stärkekörnchen und die Quellungsverhältnisse zeigen einige Verschiedenheiten (s. S. 50).

Das Mehl unserer Getreidearten enthält von allen Nahrungsmitteln die verschiedensten Nahrungsstoffe in der für unsere Ernährung verhältnißmäßig günstigsten Zusammensetzung. — Gutes Mehl hat folgende Eigenschaften: es hat einen schwachen, charakteristischen, nicht unangenehmen Geruch und fühlt sich trocken an; es bleibt an den Fingern hängen; es ballt sich und gleitet nicht durch die Finger, wenn man eine Hand voll zusammendrückt, auch verliert es die Eindrücke nicht gleich wieder; es ist etwas körnig und fühlt sich trotzdem mild an; es läßt sich mit einer Messerklinge weit ausbreiten; mit etwas Wasser zu Teig gemacht, wird es bald hart. Wenn man eine Hand voll guten Mehles zusammendrückt und auf den Tisch legt, so fällt es nicht gleich auseinander. Das gröbere gelblich-graue Mehl ist weit reicher an Eiweißstoffen, als das blendend weiße Kraft- oder Kernmehl, welches überwiegend aus Stärkemehl besteht. Sehr graues Mehl könnte mit Staub, Gyps oder Kreide verunreinigt sein. — Das Mehl zieht aus der Luft gern Feuchtigkeit an oder ist bisweilen vom Mahlen noch etwas feucht; es wird dann leicht dumpfig, modrig, schimmlig, unangenehm bitter oder sauer, und sein Genuß ist schädlich. Man trockne deshalb das Mehl an luftigen Orten und bewahre es dann vor Feuchtig-

keit, Würmern und Milben in schützenden Gefäßen. In Säcken erhält es sich bei längerer Aufbewahrung besser als in Fässern, weil in letzteren der Luftzutritt erschwert ist und so das Mehl dumpfig wird (Faßgeruch annimmt), wobei der Kleber in eine lösliche Modification übergeht und das Mehl an seiner teigbildenden Kraft verliert.

Wird Mehl mit Wasser angemacht und der Teig getrocknet, so erhält man einen nicht sehr festen, aber fade schmeckenden Kuchen, der die Stärkekörnchen unzersprengt und unlöslich enthält. Geschieht die Trocknung durch die Hitze, so wird zwar die Stärke löslicher, der Kuchen aber dicht, glasig und fest, sonach schwer verdaulich (wie der Schiffszwieback und die Matzen der Juden). Durch das Backen wird zuvörderst durch Röstung der äußeren Parthie eine wohlschmeckende Kruste, in welcher das Stärkemehl schon in Dextrin und Zucker umgesetzt ist, erzeugt und im Innern (in der Krume) durch die Hitze das Stärkemehl auflöslich gemacht, zugleich aber der Teig locker und schwammig aufgebläht. Der anwendbaren Mittel zu dieser Auflockerung sind mancherlei: so ist es z. B. beim sogen. spanischen (des vielen Fettes wegen schwer verdaulichen) Teig das Fett, welches die sehr dünnen und zahlreich auf einander liegenden Schichten scheidet. Beim Kuchenbacken trennt der sich entwickelnde Dampf die verschiedenen Lagen; beim gewöhnlichen Brodbacken entsteht durch Anrühren des Mehls mit Wasser eine zähe Masse durch den Kleber, der Teig, welchen man durch Kohlensäureentwickelung lockert (wobei die entwickelte Kohlensäure den Teig in feinen Bläschen auftreibt) und dann stark erhitzt (auf etwa 200° C.). Hierbei geht ein Theil der Stärke mit Hülfe der Diastase in Dextrin und Zucker über und wird sodann durch Zusatz von Hefe oder Sauerteig in geistige Gährung übergeführt (s. S. 65). Beim Erhitzen des gelockerten Teiges entweicht dann der Alcohol. Neuerdings treibt man statt der Gährung künstliche Kohlensäure in den Teig ein. Die Gährung wird im Mehlteige angeregt: entweder durch Sauerteig (d. i. in geistiger und zum Theil in saurer Gährung begriffener und durch Anfrischen, d. h. Zusatz von Mehl, in geistiger Gährung erhaltener Teig), wie im sogen. Schwarzbrode (aus Roggenmehl), oder durch Hefe (aus stickstoffhaltigen Hefezellen oder Hefepilzen), wie im Weißbrode (aus Weizenmehl). Das erstere Brod hat vom Sauerteige einen etwas säuerlichen Geschmack. — Die Rinde des Brodes, Zwieback, geröstetes Brod und Mehl sind leichter verdaulich als Krume, weil in ihnen, wie oben erwähnt, die Stärke bereits in Zucker und Dextrin übergeführt ist.

In Nordeuropa wird meist Roggenbrod, in Süd- und Westeuropa vorwiegend Weizenbrod genossen. In Schweden und Schottland wird auch Gerste und Hafer dem Brode zugebacken. Gutes Brod darf keinen auffallenden sauren Geschmack haben oder nach verdorbenem Mehle schmecken; es soll beim Anschnitte angenehm kräftig riechen; es darf keine Mehlklümpchen enthalten, nicht wasserrandig sein (d. h. speckig aussehende feste Stellen haben, worin die Blasenräume fehlen); es soll nicht hohl (eine von der Krume abgetrennte Kruste zeigen) und nicht großblasig sein; die Krume darf keine teigigen, unausgebackenen Stellen zeigen; die Kruste soll nicht schwarz und bitter, sondern braun und angenehm schmeckend (aromatisch) sein. — Beim Aufbewahren wird das Brod bekanntlich altbacken oder trocken, nicht, wie man gewöhnlich annimmt, durch Verdunstung des Wassers, sondern in Folge physikalischer und chemischer Veränderungen der Stärke und des Klebers;

altbackenes Brod wird sofort wieder weich und schmeckt nahezu wie frisches, wenn es auf 70 bis 80° C. erwärmt wird, obwohl es hierbei noch Wasser verliert. — Das Brod ist um so verdaulicher, je poröser (mit zahlreichen, kleinen und gleichmäßig vertheilten Blasen durchsetzt) und je ärmer an Kleie es ist. Dem aus ganzem Korn bereiteten Kleienbrod, welches am eiweißreichsten ist, ist aber kleienfreies deshalb vorzuziehen, weil es leichter verdaut und vollständiger ausgenützt wird. Versuche haben ergeben, daß das Weißbrod am meisten ausgenützt wird; diesem steht am nächsten das gewöhnliche Roggenbrod, auf welches das Horsford-Liebig'sche Brod (ohne Gährung bereitetes Kleienbrod aus 2 Theilen Roggen- und 1 Theil Weizenschrot, mit doppeltkohlensaurem Natron, Salzsäure und Kochsalz) und zuletzt der Pumpernikel folgt, weil dieser am dichtesten, festesten und schwersten ist. Obwohl das Mehl von allen Nahrungsmitteln der richtigen relativen Zusammensetzung am nächsten kommt, so ist doch das aus ihm bereitete Brod keine gute Nahrung für den Menschen, wenn es ausschließlich oder in sehr großer Menge genossen wird. Um den Eiweißbedarf zu decken, müßte ein kräftiger Mensch wenigstens 1430 Gramm verzehren, welche Quantität sich auf 1750 Gramm steigert, wenn man den durch unvollständige Ausnützung im Darme (durch die Kothentleerung) entstehenden Verlust mit berechnet. Abgesehen davon, daß größere Mengen Schwarzbrod im Darme leicht in saure Gährung übergehen und in Folge dessen als breiartige Masse zu frühzeitig, ohne gehörige Ausnützung ausgeschieden werden (das Kleienbrod wird bekanntlich vielfach als Mittel gegen Verstopfung gebraucht), können auch die wenigsten Menschen eine solche Menge Brod, der großen Masse halber, verzehren, obwohl viele im Stande sind, die entsprechende Quantität Mehl in Form verschiedener Mehlspeisen (Nudeln, Klöße, sogen. Spätzeln) zu genießen. — Kuchen, Pasteten, Puddings, Pfannkuchen und Klöße sind wegen der mancherlei Zusätze von Milch, Eiern, Zucker und Butter nahrhafter als Brod, aber schwer verdaulich, wenn sie zu reichlich mit Fett durchsetzt sind. — Zuckerbäcker-Waaren, wenn sie angemalt oder in ein buntes Papier eingewickelt sind, sowie gefärbte Oblaten können durch giftige Farben nachtheilig werden. Besonders ist vor dem Genuß von hochgelben, orangefarbigen und grünen Zuckerwaaren, sowie vor stark parfümirten zu warnen.

Schädliche Stoffe im Getreide, Mehl und Brode. Die Getreidekörner sind nicht selten mit Samen und Pflanzen untermischt, die giftige Eigenschaften haben. So findet sich im Roggen (auf den Aehren oder im ausgedroschenen Korn), seltener in der Gerste, das sehr gefährliche Mutterkorn, eine durch Pilzwucherung erzeugte Entartung, welche in Gestalt von walzenförmigen, etwas gekrümmten, bis 2,6 Ctm. langen und 2 bis 3 Millim. breiten, außen schwarzvioletten, innen hellgrauen Körnern von halbweicher Consistenz auftritt. Da die meisten der in Mutterkorn verwandelten Roggenkörner viel umfangreicher als die gesunden sind, so läßt sich schon durch Sieben das Mutterkorn entfernen. Zur Prüfung des Mehles auf Mutterkorn überschüttet man

eine Portion des Mehles in einem Reagenzgläschen mit dem gleichen Volum Essigäther, fügt einige Krystalle von Oxalsäure hinzu und erhitzt das Ganze vorsichtig einige Minuten lang bis zum Kochen. Erscheint beim Erkalten die über dem Mehle stehende Flüssigkeit röthlich gefärbt, so war Mutterkorn in dem Mehl enthalten. Erwärmt man ferner mutterkornhaltiges Mehl mit Kalilauge, so entsteht ein sehr charakteristischer Geruch nach Heringen oder alter Seife, der lange anhält. — Die schwarz-violette Farbe der Oberfläche des Mutterkorns wird durch concentrirte Mineralsäuren mit blutrother, durch Kalilauge mit schön violetter Farbe gelöst und versetzt man deshalb mutterkornhaltiges Mehl mit Weingeist, die etwas verdünnte Schwefelsäure enthält, so tritt sofort eine röthliche Färbung ein. Der aus mutterkornhaltigem Roggenmehl bereitete Brodteig wird fließend, das Brod bekommt Risse und zerfällt gewöhnlich, sobald es aus dem Ofen kommt, ist violettfleckig, widrig beißend schmeckend und ekelig riechend; im Halse kratzt es. Ueber die durch dieses Brod veranlaßte gefährliche Krankheit s. später bei Vergiftungen. — In feuchtem Mehl tritt eine Milbenart (Acarus farinae) auf. — Mineralische Substanzen, Kreide, Gyps, Schwerspath, Kalk, Marmor, die zuweilen in betrügerischer Absicht dem Mehle zugesetzt werden, lassen sich am leichtesten nachweisen, wenn man etwa einen Fingerhut voll des zu untersuchenden Mehles in einem Reagenzgläschen mit Chloroform tüchtig durchschüttelt und hierauf in senkrechter Stellung einige Zeit ruhig stehen läßt. Mineralische Beimengungen setzen sich zu Boden (weil sie specifisch schwerer sind wie Chloroform) und das Mehl schwimmt auf der Oberfläche des Chloroforms, weil es leichter wie dieses ist. Auch bei unverfälschtem Mehle scheidet sich stets eine sehr geringe graue und braune Substanz auf dem Boden des Cylinders ab, die als Mühlsteinpulver zu betrachten ist. — In der Gerste kommen bisweilen die Samen des Lolchs, Taumellolchs oder der Tolltrespe vor, die sich durch ihre Farbe und Gestalt auszeichnen und da sie getrocknet leichter als die Getreidekörner sind, sich durch Abschwemmen entfernen lassen. Stark mit Lolch verunreinigtes Mehl giebt keinen guten Teig, sondern dieser schäumt und hat einen betäubenden Geruch. In größerer Menge genossen erzeugt der Lolch Uebelkeiten, Magenschmerzen, Schwindel und Kopfweh, Ohrensausen, Kälte und Zittern der Glieder, große Angst, Irrereden, Zuckungen und Lähmungen. — Brandiges Korn ist schädlich wegen der mikroskopisch kleinen Pilze, welche den Brand verursachen und das Mehl zerstören. Da die brandigen Körner auf dem Wasser schwimmen, so sind sie von den gesunden leicht zu trennen. Das Beizen des brandigen Korns mit kupfer- oder arsenikhaltigen Stoffen ist verwerflich, weil schädlich. Unschädlich ist das Verfahren, das kranke Korn mit einer Glaubersalzauflösung zu begießen und dann mit pulverisirtem gelöschten Kalk zu bestreuen. — Auch durch Schimmel wird das Brod schlecht; manche Schimmelsorten, namentlich der orangerothe Brodpilz (Oïdium aurantiacum), haben giftige Eigenschaften. — Das weiße Aussehen und die Lockerheit des Brodteiges aus schlechtem, feucht gewordenem Mehle wird bisweilen durch Alaun, Zink- und Kupfervitriol erzwungen; dies sind gefährliche, ganz unmerklich krankmachende Substanzen. Auch beim Backen kann das Brod gesundheitsschädlich werden, wenn der Ofen mit gifthaltigem Feuerungsmaterial (Holz mit arsenikgrüner oder Bleiweiß-Farbe, mit Quecksilberchlorür präparirten Eisenbahnschwellen) geheizt wird. Wenn ganz heißes Brod auf Bretter und Schränke, die mit giftiger Farbe angestrichen sind, gelegt wird, kann dasselbe vergiften. — Bleihaltig wurde Mehl gefunden, welches zwischen Steinen gemahlen war, deren grubige Vertiefungen auf ihrer Mahlfläche mit metallischem Blei ausgefüllt waren.

## Hülsenfrüchte.

Die Hülsenfrüchte (Leguminosen), zu denen Erbsen, Linsen, Bohnen und Wicken gehören und von denen einige ebenso getrocknet wie auch im jungen, grünen Zustande genossen werden, haben wegen ihres überwiegenden Gehaltes an Eiweißstoffen und Stärke einen bedeutenden Ernährungswerth; in der Zusammensetzung stehen sie den Getreidesamen nahe, enthalten aber etwas weniger an Kohlenhydraten. Ihr stickstoffhaltiger, dem Kleber der Getreidesamen entsprechender und dem Käsestoffe ähnlicher Eiweißstoff wird „Legumin, Erbsenstoff oder Pflanzencasein" genannt. Außerdem enthalten sie Lecithin, Stärkemehl, Gummi, Schleim und Fett; Zucker kommt nur in der Zuckererbse vor. Das Legumin gerinnt durch rasches Sieden, sowie durch Zusatz von Essigsäure, zu einem festen, fast unlöslichen Stoffe, dagegen quillt es in kaltem und allmählich erwärmtem Wasser auf und bildet eine Art Auflösung. Dies ist bei der Zubereitung der Hülsenfrüchte wohl zu beachten. Das Legumin der Erbsen soll ziemlich reich an Phosphor sein. Die Chinesen bereiten aus Erbsen eine Art von Käse (Tao-foo), welcher mit Fischen u. dergl. einen eiweißreichen Zusatz zu ihrem Hauptnahrungsmittel, dem Reis, bildet. — Das Stärkemehl, nebst Dextrin und Zucker, macht reichlich die Hälfte des Gewichts der Samen aus, während Fett nur sehr wenig in ihnen enthalten ist. — Von Mineralbestandtheilen sind die sämmtlichen wichtigsten Salze des Blutes in reichlichster Menge vorhanden, namentlich Phosphorsäure mit Kali, Kalk und Bittererde, sowie Eisen. — Wasser enthalten die trockenen Samen etwa 12 bis 16 Proc. Der das Stärkemehl umschließende Zellstoff ist in den jungen, grünen, unreifen Samen (grüne Bohnen, Zuckererbsen, Schoten) theilweise noch verdaulich, in den reifen Samen dagegen, wo er eine ziemlich feste äußere Hülle und ein Fächerwerk im Innern bildet, in dessen Maschen die nahrhaften Stoffe lagern, ganz unverdaulich. Da beim Reifen sich das Legumin und Stärkemehl bedeutend vermehren, der Zellstoff der Schoten und Samen aber hart und holzig wird, so sind die jungen unreifen Hülsenfrüchte zwar verdaulicher, aber weit weniger nahrhaft als die reifen; sie schließen sich ihres großen Wassergehaltes wegen an die Gemüse an. — Die Revalenta oder Ervalenta arabica, neuerlich Revalescière getauft, ist Mehl von Hülsenfrüchten und insofern wohl ein gutes, aber viel zu theures Nahrungsmittel.

**Leguminose.** Neuerdings ist es Hartenstein (in Chemnitz) gelungen, die Hülsenfrüchte in den feinsten Mehlstaub zu verwandeln. Das Präparat, welches durch Zumischung von feinem Weizen- und Roggenmehle mit verschiedenem Stickstoffgehalt in vielerlei Mischungen unter dem Namen Leguminose in den Handel gebracht und als Suppenmehl verwendet wird, ist ein leicht verdauliches Nahrungsmittel, welches bei Kindern vom 2. Lebensmonat an als Ersatz der

Muttermilch verwendet werden kann und auch bei Kinderdiarrhöen sowie bei Magenkrankheiten Erwachsener gute Dienste leistet.

Bei der *Zubereitung* der Hülsenfrüchte müssen dieselben wie die Getreidesamen, wenn sie gehörig verdaulich sein sollen, von ihrer unverdaulichen Hülle befreit, durchgeschlagen und die Stärkekörnchen durch Hitze zersprengt werden. Auch muß das Legumin und das lösliche Eiweiß (ebenso in den ganzen Samen wie im Mehle derselben) durch kaltes Wasser erst aufgelöst werden, ehe siedendes Wasser (was diesen Stoff fest und unlöslich macht) zugesetzt wird. Es ist zweckmäßig, die Hülsenfrüchte am Abend vor dem Gebrauche in Wasser mit etwas Soda (auf ein Liter Wasser etwa eine Messerspitze) einzuweichen oder doch während des Kochens etwas Soda oder doppeltkohlensaures Natron zuzusetzen. Das Kochen soll langsam geschehen. Beim Kochen mit hartem Wasser (s. S. 435) bleiben die Hülsenfrüchte hart und unverdaulich, theils deshalb, weil sich die Hülse mit Kalk überzieht, theils weil das Legumin durch Kalksalze (besonders Gyps) unlöslich wird. Sind sie einmal durch solches Wasser hart geworden, dann ist der Schaden nicht wieder gut zu machen. Der so vielfach beliebte *Zusatz von Essig* macht den Käsestoff der Hülsenfrüchte unlöslicher und damit unverdaulicher. — Das *Mehl der Hülsenfrüchte* ist nicht geeignet zum Brodbacken, weil Legumin nicht wie Kleber einen elastischen Teig bildet. Dagegen ist es zum Kochen von Suppe und Brei besser zu verwenden als die Getreidesamen. — Die eiweiß- und fettreiche *Erbswurst* (ein Gemisch aus durch Erhitzen auf 100° C. präparirtem Erbsmehl, Speck, Zwiebel, Salz und Gewürz, welches in künstliche Därme aus Pergament, die nicht von den Milben angefressen werden, gefüllt wird), aus welcher sich in kurzer Zeit durch Aufkochen in Wasser eine wohlschmeckende Suppe bereiten läßt, hat sich im letzten Kriege als ein vorzügliches und sehr haltbares Nahrungsmittel bewährt.

Der *Nahrungswerth* der Hülsenfrüchte ist zwar ein ganz bedeutender, jedoch können sie ebensowenig wie die Getreidesamen als alleiniges Nahrungsmittel zu einer zweckmäßigen Nahrung dienen. Ueberdies tritt bei ausschließlicher Ernährung mit Hülsenfrüchten leicht Widerwillen ein. Sie müssen, da die Menge der Kohlenhydrate und der Fette in ihnen nicht groß genug ist, um mit den eiweißartigen Bestandtheilen eine vollkommene Nahrung zu bilden, mit Fett (Erbswurst, Erbsen und Speck) oder mit Mehl und Fett verbunden werden. — Es enthalten nach König in 100 Theilen

| | Wasser | Eiweißstoffe | Fette | Stärkemehl, Dextrin | Holzfaser | Asche |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Bohnen | 13,6 | 23,1 | 2,3 | 53,6 | 3,9 | 3,5 |
| Erbsen ungeschält | 14,3 | 22,6 | 1,7 | 53,2 | 5,5 | 2,7 |
| Erbsen geschält | 12,7 | 21,1 | 0,8 | 61,0 | 2,6 | 1,8 |
| Linsen | 12,5 | 24,8 | 1,9 | 54,7 | 3,6 | 2,5 |

An die Hülsenfrüchte schließen sich die als Nahrungsmittel wenig gebrauchten, fettreichen Samen an, wie *Mandeln* und *Nüsse*; an diese die ihres zusammenziehenden Bitterstoffs halber unangenehm schmeckenden *Roßkastanien* und *Eicheln*. Die *echte Kastanie*, welche in Südeuropa auch als Volksnahrungsmittel eine Rolle spielt, ist verhältnißmäßig noch eiweißreich. In den süßen Mandeln finden sich Emulsin und Legumin, in den bitteren außerdem noch Amygdalin, welches beim Zerreiben der Mandeln mit Wasser durch das Emulsin in blausäurehaltiges Bittermandelöl und Zucker zersetzt wird und die giftige Wirkung der bitteren Mandeln bedingt.

# Kartoffeln.

Die Kartoffel, welche beinahe in jedem Klima gedeiht, besteht fast nur aus Wasser (70—81 Proc.) und Stärke (16—23 Proc.) und ist ihres äußerst geringen Eiweißstoffgehaltes wegen (1—2 Proc.) durchaus nicht geeignet, als ausschließliche Nahrung zu dienen. Ein arbeitender erwachsener Mann müßte in 24 Stunden 5 Kilo von denselben verzehren, wenn er aus ihnen allein seinen Bedarf an stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen beziehen sollte; eine Quantität, die den Körper mit anstrengender Verdauungsarbeit belasten muß. Die schlechte Ausnützung im Darme würde dabei zu einer großen Verschwendung von Nahrungsstoffen führen. Die Kartoffel kann aber in Verbindung mit anderen eiweiß- und fetthaltigen Nahrungsmitteln, insbesondere mit Fleisch, Käse (Quark), Wurst, Buttermilch zu einer zweckmäßigen Nahrung werden. Auch als Zugabe zu Hülsenfrüchten und zu den frischen oder grünen Gemüsen ist sie geeignet. Mäßige Mengen von Butter und anderen Fetten machen sie verdaulicher. — Durch ihren Verbrauch zur Branntweinfabrikation hat die Kartoffel unzweifelhaft der sittlichen Entwickelung der europäischen Völker wesentlich geschadet. — Die Kartoffel ist bekanntlich eine knollenartige Wurzelanschwellung, welche aus einer Menge von Zellen zusammengesetzt ist, in denen sich Stärkemehl in Körnchen abgelagert und von einem wässerigen, etwas Weniges von löslichem Eiweiß und Asparagin (Spargelstoff), nebst freien Säuren (Phosphor-, Salz- und Aepfelsäure) enthaltenden Safte umgeben vorfindet. — Die Substanz, welche die Zellenwände bildet, ist wie die Cellulose stickstofflos und hat die Eigenschaft, im warmen Wasser zu einer durchscheinenden, aber unverdaulichen Gallerte aufzuquellen und sich durch verdünnte Säuren in Zucker und Gummi umzuwandeln. — Auch die unorganischen Bestandtheile der Kartoffel (Kalk, Eisen, Phosporsäure) sind in geringer Menge vorhanden und deshalb ohne besondern Werth für die Ernährung; nur an Kali ist sie ziemlich reich. — In den Keimen der Kartoffeln entwickelt sich eine sehr giftige betäubende Substanz, das Solanin (s. S. 60). Es bildet sich dieses Gift aber nur in sehr geringer Menge, besonders dann, wenn Kartoffeln in Kellern oder an Orten keimen, wo sie keine Mineralien aufnehmen können.

Durch Kochen der Kartoffeln, besonders als Brei (Mus) und als Suppe wird die Stärke löslicher und deshalb die Kartoffel verdaulicher. Nahrhafter bleibt die Kartoffel, wenn sie ungeschält sofort in kochendem Wasser zugesetzt wird, weil dann das Eiweiß der Oberfläche plötzlich gerinnt und beim Schälen an der Kartoffel bleibt. Bringt man geschälte Kartoffeln in kaltes Wasser und erhitzt dasselbe langsam zum Sieden, so bildet sich ein Schaum, der theilweise von geronnenem Eiweiße herrührt, weshalb auch geschälte Kartoffeln besser mit kochendem Wasser zugesetzt werden. Wenn Kartoffeln frieren, so sind sie nach dem Aufthauen süßer, zuckerreicher, weil sich ein Theil der Stärke in

Zucker umgewandelt hat. Man kann diese Kartoffeln essen, so lange sie nicht gefault sind; man muß sie aber gleich nach dem Aufthauen verwenden. — Schlecht sind die keimenden, nicht zerplatzenden, wässerigen, schliffigen und klebrigen Kartoffeln, so wie die in Wasser und Suppe schwimmenden. — Die unreifen und frühreifen Kartoffeln enthalten wenig Stärkemehl, werden nicht weich und sind schwer zu verdauen. — Die Kartoffelkrankheit wird von einem parasitischen Pilze veranlaßt, der zunächst im Kartoffelkraute wuchert, das Schwarzwerden desselben bedingend und von hier zur Knolle (besonders bei feuchtem Boden) herabsteigt, um in ihr eine faulige Zersetzung einzuleiten.

Die Kartoffeln stammen aus dem südlichen Amerika und sollen zuerst um die Mitte des 16. Jahrhunderts von spanischen Soldaten aus Peru nach Italien gebracht worden sein. Im Jahre 1565 führte sie der Sklavenhändler John Hawkins in Irland ein. In Deutschland wurde die Kartoffel erst seit der Hungersnoth von 1771 in größerem Maßstabe angebaut.

## Gemüse.

Die mit dem Namen Gemüse bezeichneten Pflanzenstoffe sind entweder Wurzel- oder Blättergemüse und bestehen: aus rüben- und zwiebelartigen Wurzeln oder grünen krautartigen Pflanzentheilen, wie Blättern, Knospen, Schößlingen, Schoten u. dergl. In allen diesen Nahrungsmitteln finden sich nur wenige Nahrungsstoffe vor, wohl aber viel Wasser und viel unverdauliche Pflanzenstoffe (Cellulose, Epidermis, Farbstoff). Am wichtigsten ist ihr hoher Gehalt an Blutsalzen, und es ist deshalb unzweckmäßig, das die Salze und den Zucker der Pflanzen enthaltende Wasser, in welchem sie gekocht wurden, wegzuschütten. Es dürfte sich daher im Allgemeinen mehr das Dämpfen wie das Kochen der Gemüse empfehlen. Das Kochwasser der grünen Bohnen ist aber abzugießen, weil es einen Diarrhöe machenden Extractivstoff (Phaseomannit) enthält, der sich im Wasser leicht löst. Am verdaulichsten sind die Gemüse, so lange sie noch sehr jung sind und die Pflanzenfaser noch zart und nicht holzig ist. Abgesehen von den Salzen sind die nahrhaften Bestandtheile der Gemüse größtentheils Kohlenhydrate, nämlich: Gummi, Stärke, Zucker, Schleim (Bassorin) und Gallerte (Pectin); die vorwiegend aus Albumin, zum Theil auch aus Legumin bestehenden Eiweißstoffe sind nur in geringer, die Fette in außerordentlich kleiner Menge vertreten. Von organischen Säuren finden sich namentlich Citronensäure, Oxalsäure, Aepfelsäure, Pectinsäure. Auf diesem Säuregehalt ist neben dem Gehalt an Kalisalzen die Wirkung begründet, welche dem grünen Gemüse erfahrungsgemäß als Heilmittel und als verhütendes Mittel gegen den Scorbut zukommt. Wenn sich Thiere bei dieser Nahrung gut nähren, so liegt es darin, daß sie große Massen davon verzehren und die für den Menschen unverdaulichen Stoffe besser verdauen können. Wie die

Kartoffeln, haben auch die Gemüse für die Ernährung des Menschen nur einen untergeordneten Werth und können zweckmäßig nur als Zusatz zu anderen Speisen dienen. — Die rübenartigen Wurzeln (wie: die zuckerreichen Runkelrüben, Möhren und Pastinaken, rothen und weißen Rüben, Kohlrabi, Teltower Rübchen, Sonnenblumenknollen, Schwarzwurzel, Sellerie, Rettig) enthalten etwas Pflanzengallerte, manchmal Stärke oder Zucker, wenig Eiweiß und die eine oder andere Pflanzensäure. — Die zwiebelartigen Wurzeln (wie: Zwiebeln, Lauch, Knoblauch, Schalotten) können ebensowohl wegen ihres Oeles als Gewürz, wie als Nahrungsmittel dienen; die getrocknete Knolle der Zwiebel (vom Spanier sehr geliebt) soll 25—30 Proc. Eiweißstoff enthalten. — Die Blättergemüse (die mancherlei Kohl-, Spinat- und Salatarten, Spargel) haben wie die Gurken nur wenig Nahrungswerth, zumal wenn sie älter und dadurch unverdaulicher geworden sind. — Das Sauerkraut, welches 93 Proc. Wasser, 1 Proc. Eiweiß und 4,6 Proc. Kohlenhydrate enthält und die sauren Gurken (Salzgurken) sind ihres Milchsäuregehaltes wegen ziemlich gut verdauliche Nahrungs- und Genußmittel. Bekanntlich werden diese Nahrungsmittel durch einen Gährungsproceß hergestellt, bei welchem die Kohlenhydrate des Krautes und der Gurken in Milch-, Essig- und Buttersäure übergeführt werden.

Die Gemüse werden conservirt: nach der Appert'schen Methode (s. S. 463), ferner durch Einsalzen (grüne Bohnen, Sauerkraut) oder durch Wasserentziehung (getrocknete grüne Bohnen, sogen. russische Schoten, die fabrikmäßig hergestellten comprimirten Gemüse).

Da den Küchengewächsen manchmal Giftpflanzen beigemengt sind oder da sie wohl auch mit manchen derselben verwechselt werden können (z. B. Petersilie mit der Garten-Gleiße, dem sogen. kleinen Schierling), so ist es nöthig, daß man sich genau mit ihren Kennzeichen und Unterscheidungsmerkmalen bekannt macht (siehe Heros, die deutschen Giftpflanzen). — Eingemachte grüne Gemüse, Bohnen, Schoten, sogen. Mixed Pickles u. dergl. enthalten nicht selten giftige Kupfersalze, die ihnen zur Herstellung der schönen grünen Farbe zugesetzt (Kupfervitriol) oder beim Einkochen in kupfernen oder messingenen Geschirren erzeugt werden. Intensiv grüne Färbung derartiger Waaren ist stets verdächtig. Um sich Gewißheit zu verschaffen, stecke man längere Zeit hindurch ein sauber geputztes Messer in die verdächtigen Gemüse; es wird sich beim Vorhandensein von Kupfervitriol mit einem gelblich grünen, beim Vorhandensein von Kupfer mit einem rothen Ueberzug bedecken. Das Messer darf aber nicht bewegt werden, während es in den Gemüsen steckt.

## Obst und Früchte.

Unter Obst werden gewöhnlich fleischige oder saftige Früchte verstanden, deren Nahrungswerth hauptsächlich dem Zucker, Stärkemehl und verschiedenen organischen Säuren, die den specifischen Geschmack der verschiedenen Sorten bedingen, zukommt. Sie enthalten ferner Blutsalze, Pectinstoffe (s. S. 53) und sehr wenig Eiweiß (0,2 bis

0,8 Procent). Der Zucker ist in der Regel Traubenzucker, die Säure bei Aepfeln, Birnen, Pflaumen vorwiegend Aepfelsäure, in den Weintrauben Weinsäure und in den übrigen Beerenfrüchten (Heidelbeeren, Erdbeeren, Himbeeren, Preiselbeeren) vorzugsweise Citronensäure. Die aromatischen Bestandtheile, welche den besonderen Werth der einzelnen Früchte wesentlich bedingen, sind theils ätherische Oele, theils zusammengesetzte Aetherarten. Man pflegt die Obstarten in folgende Eintheilung zu bringen: in Steinobst (Pfirsichen, Apricosen, Zwetschen und Pflaumen mit ihren zahlreichen Spielarten; Schlehen, Kirschen, Datteln, Oliven); — in Kernobst (Aepfel, Birnen, Quitten, Mispeln, Citronen, Limonen, Apfelsinen oder süße Orangen, Pomeranzen oder bittere Orangen, Kornelkirschen, Hagebutten); — in beerenartige Früchte (Weintrauben, Stachel- und Johannisbeeren, Hollunderbeeren, Heidelbeeren, Preiselbeeren, Himbeeren, Erdbeeren, Maulbeeren, Berberitzen, Feigen, Ananas, Paradiesäpfel, Granatäpfel, Lotusbirnen, Brustbeeren); — in Kürbisfrüchte (Kürbis, Melonen, Gurken). — Der Nährwerth des äußerst wasserreichen (81—84,5 Proc.) Obstes ist nur gering; die in ihm enthaltenen Nahrungsstoffe sind größtentheils stickstofflose. Wegen des erlittenen Wasserverlustes hat getrocknetes Obst oder Darrobst einen höhern Nährwerth; in reichlicherer Menge genossen, wirkt es mild eröffnend und abführend. Die Salze und Säuren des Obstes wirken erfrischend und kühlend. Ein besonders reichlicher Gehalt an Kalisalzen zeichnet die Citronen aus, deren Saft zu erfrischenden Limonaden und als Mittel gegen den Scorbut dient. Die Verdaulichkeit des Obstes ist der unverdaulichen Cellulose, Epidermis und Farbstoffe wegen keine leichte, wird aber durch Kochen des Obstes verbessert. Der Saft der Früchte erstarrt bei einer gewissen Concentration zu einer Gallerte, was vom Pectin herrührt. — In abgenommenen Früchten geht noch einige Zeit das Nachreifen vor sich, wobei die Pflanzensäuren theilweise verschwinden und Zucker und Stärkemehl reichlicher auftreten (Mandeln, Nüsse, Kastanien). — Durch Zusatz von trockener Salicylsäure ($^1/_2$ Gramm auf das Liter) können Fruchtconserven aller Art lange Zeit in vollkommen schmackhaftem Zustand erhalten werden.

Capern (in Salz und Essig eingelegte Blumenknospen des Capernstrauches) und eingelegte Gurken (Essig- und Pfeffergurken) und andere grüne Früchte enthalten wie die eingemachten Gemüse und Mixed Pickles (s. S. 482) nicht selten giftige Kupferpräparate. Auch das Pflaumen-(Zwetschen-) Mus kann leicht kupferhaltig werden, wenn es in kupfernen Kesseln eingekocht wird. Himbeer- und Johannisbeersyrup (Fruchtsaft) wird häufig verfälscht und mit Fuchsin gefärbt, welches meist Arsenik enthält. Um Fuchsin nachzuweisen, schüttelt man in einem Glasröhrchen gleiche Theile Syrup und Kartoffelfuselöl und läßt dann die Mischung eine Weile ruhig stehen. Beim Stehen scheidet sich das Kartoffelfuselöl über dem Syrup ab und ist farblos, wenn im Syrup kein Fuchsin enthalten und roth, wenn er mit Fuchsin gefärbt war.

# Pilze, Flechten, Algen.

Von blüthenlosen Gewächsen werden von den Menschen als Nahrungsmittel Pilze, Flechten und Algen benutzt. — Die Pilze (Trüffeln, Morcheln, Champignons, Steinpilz, Bocksbart, Reigger u. a.) enthalten neben ungefähr 90 Proc. Wasser, Cellulose, Zucker, Mannit, Fett, Extraktivstoffe, Schleim und Gallerte, sowie nicht unbeträchtliche Mengen von Eiweiß (bis zu 5 Proc.) und phosphorsaure Salze, wodurch sich die Pilze in ihrer Zusammensetzung dem Fleisch mehr als irgend ein anderes vegetabilisches Nahrungsmittel nähern. Nach ihrer Zubereitung und ihrem größern oder geringern Gehalte an Cellulose sind sie schwerer oder leichter verdaulich. Die Trüffel und die Morchel sind die eiweißreichsten und ihre Asche stimmt einigermaßen mit jener der thierischen Nahrung überein. Der Champignon ist eiweißärmer und nähert sich auch durch die Zusammensetzung seiner Asche den Gemüsen. Da viele nährende Bestandtheile der Pilze im Wasser löslich sind, so tritt durch Auskochen, wie beim Fleisch, eine Verminderung des Nährwerthes ein, weshalb Pilze am vortheilhaftesten in Stücke zerschnitten und mit Butter oder Speck gebraten gegessen werden. In manchen Gegenden spielen Pilze eine nicht unwichtige Rolle in der Volksernährung, doch müssen daneben immer noch andere eiweißhaltige Nahrungsmittel genossen werden, denn es würden sehr große durch die Verdauung kaum zu bewältigende Mengen (etwa $3\frac{1}{2}$ Kilo) Pilze dazu gehören, um den täglichen Eiweißbedarf des Organismus zu liefern.

Von den Flechten wird das isländische Moos, welches ziemlich viel Stärke und etwas Dextrin, Zucker und einen bittern Stoff enthält, als Heilmittel gegen Lungenleiden benutzt. Als Nahrungsmittel läßt es sich verwenden, wenn der bittere Stoff durch Wasser ausgezogen ist. — Unter den Algen wird das irländische oder Carraghen-Moos, welches reich an Pflanzenschleim ist, in England und Irland von den ärmeren Volksclassen als Nahrungsmittel benutzt.

Aus Gracillaria lichenoïdes oder Ceylon-Moos, einer im indischen Meere, auf Ceylon und Java wachsenden Alge, die beim Kochen Gallerte liefert, bereiten die Japanesen eine künstliche Schwalbennestersuppe; Eucheuma spinosum und E. speciosum (rasenförmig wachsende Algen in den wärmeren Meeren, besonders Indiens und Neuhollands) werden frisch als Gemüse gegessen und dienen bei den Japanern und Indiern zur Bereitung einer Gallerte, die in getrocknetem Zustande in Form zusammengerollter, knorpeliger, gelber Fäden unter dem Namen Agar-Agar auch in den Handel und nach Europa kommt. Mit Wasser gekocht giebt Agar-Agar eine wohlschmeckende Gallerte. Die Salanganschwalbe soll ihre als Delicatesse geschätzten Nester (sogen. indianische Vogelnester) zum Theil aus diesen Algen bauen.

NB. Der Genuß von Pilzen erfordert große Vorsicht, nicht blos deshalb, weil es viele giftige Pilze (mit scharf-betäubender Wirkung) giebt, sondern weil auch diejenigen unter ihnen, welche sonst und unter gewöhnlichen Umständen eine unschuldige Nahrung abgeben, an gewissen, besonders an sumpfigen und morastigen Orten, bei Ueberreife und in Folge einer bereits

eingetretenen Umsetzung oder Fäulniß ihrer Stoffe giftige Eigenschaften erlangen können. Namentlich Kinder erliegen sehr leicht der Vergiftung durch Pilze, weshalb bei ihnen ganz besondere Vorsicht geboten ist. Vorzugsweise sind solche Pilze zu vermeiden, welche beim Durchschneiden schnell ihre Farbe ändern, einen Milchsaft aussickern lassen, in schwärzliche Jauche zerfließen, unangenehm riechen und scharf und widrig schmecken. Es geben die meisten beim Kochen ihren giftigen Stoff an das Wasser ab und dieses ist deshalb stets wegzugießen. Sichere Unterscheidungsmerkmale zwischen eßbaren und giftigen Pilzen giebt nur die Botanik an die Hand; alle übrigen sind unsicher und unzuverlässig. Gute mit Abbildungen versehene Bücher hierüber haben Lenz, Lorinser, Pabst und Büchner verfaßt. — Wenig bekannt ist, daß auch die Morchel, im frischen Zustand genossen, giftig wirken kann; ihr Gift kann jedoch, wie Professor Ponfick zeigt, durch sorgfältige Zubereitung unschädlich gemacht werden. Morcheln dürfen deshalb niemals roh, sondern immer nur nach wiederholtem Aufsieden, Ueberspülen mit heißem Wasser und gehörigem Ausdrücken (auf einem Siebe) gegessen werden; der giftige Stoff befindet sich dann im Spülwasser, welches behutsam zu entfernen ist. Getrocknete Morcheln sind nach 4 bis 5monatlichem Liegen völlig giftfrei und können ohne weitere Vorsichtsmaßregeln verspeist werden. — Ueber Vergiftungen durch Pilze s. später bei den Giften.

## Getränke.

Getränke werden alle flüssigen (trinkbaren) Stoffe genannt, welche den Durst zu löschen und die wässerigen Bestandtheile unseres Blutes und Körpers, die derselbe fortwährend durch die Lungen, Haut und Nieren verliert, zu ersetzen im Stande sind und zu deren Genuß wir durch das Gefühl des Durstes (siehe S. 410) angetrieben werden. Bedenkt man, daß fast drei Fünftheile unseres Körpers aus Flüssigem bestehen, so wird man die große Wichtigkeit der Getränke begreifen, zumal wenn man weiß, daß durch die festen Nahrungsmittel dem Körper nicht die gehörige Menge Flüssigkeit zugeführt werden kann. Außerdem enthalten aber auch alle Getränke, selbst das Trinkwasser, noch solche unorganische Nahrungsstoffe in sich, die zum Ersatze der festen Körperbestandtheile dienen können. Unter allen Getränken können nur zwei für den Menschen als wirkliches Bedürfniß gelten, das Wasser (s. S. 431) und, im Kindesalter, die Milch (s. S. 438).

Nach ihrem Gehalte an diesen oder jenen Bestandtheilen lassen sich die Getränke unterscheiden: in rein durstlöschende (kühlende, erfrischende), wie das Trinkwasser, die kohlensauren Wässer und die säuerlichen Getränke: — schwach nährende, wie Mandelmilch (süße Mandeln mit Wasser gestoßen und mit Zucker vermischt), die Abkochungen von Brod, von Getreidesamen und von schleimigen, mehligen Stoffen (Gerstengraupen, Hafergrütze, Reis, Sago, Arrowroot, Salep, Leinsamen, Eibischwurzel), Molken, Fleischbrühe (siehe S. 452); — nahrhafte, wie Milch, Chocolade, Warmbier (mit Ei, Milch und Zucker); — aromatische, wie Kaffee, Thee, Chocolade, Aufgüsse von Minze, Melisse, Anis u. s. w. — alcoholische, wie Wein, Obstwein, Bier, Branntwein und andere Producte der geistigen Gährung (s. S. 65). Die aromatischen und alcoholhaltigen Getränke wirken erregend, die letzteren in größerer Menge berauschend. Ueber Kaffee, Thee, Chocolade und alcoholische Getränke soll weiter unten ausführlich gehandelt werden.

# Genußmittel.

## Gewürze, Speisezusätze und eigentliche Genußmittel.

Die Wirkung der Genußmittel, deren Bedeutung für die Ernährung erst in neuerer Zeit erkannt und festgestellt wurde, hat man mit der Schmiere an Maschinen verglichen, aus der weder die Maschinentheile hergestellt sind noch die Kraft für die Bewegungen derselben abstammt, die aber ihren Gang leichter vor sich gehen macht. Auf eine solche Weise leisten auch die Genußmittel für den Ernährungsproceß und andere Vorgänge im Körper unentbehrliche Dienste, obwohl die allermeisten dieser Stoffe nicht im Stande sind, den Verlust eines Stoffes vom Körper zu verhüten oder durch ihre Zersetzung uns mit lebendiger Kraft zu versorgen. Manche Genußmittel, die Gewürze, die organischen Säuren und die bitteren aromatischen Substanzen, die beim Kochen und Braten aus Bestandtheilen der Nahrung erzeugt werden, die chemischen Zersetzungsproducte der Fette und Eiweißkörper, welche dem Käse und den gesalzenen Fischen ihre appetitreizende, und die Producte der trockenen Destillation, welche dem geräucherten Fleische ihre den Geschmackssinn stark erregende Eigenschaften ertheilen, kurz, alle diejenigen Stoffe, die unseren Speisen den ihnen eigenthümlichen Geruch und Geschmack verleihen, vermehren die Absonderung der Verdauungssäfte und befördern dadurch die Verdauung und Ernährung. Diese Genußmittel machen die meisten Nahrungsstoffe erst zu einer Nahrung; ihre Bedeutung für die Ernährung ist deshalb nicht geringer, als die der Nährstoffe selbst. Speisen ohne Genußmittel würden geradezu anekeln. Andere Genußmittel sind entbehrlich, sie bereiten nur gewisse Annehmlichkeiten. Sie regen die Herzthätigkeit und dadurch den Blutlauf an und wirken, wenn sie nicht im Uebermaße genossen werden, in vortheilhafter Weise anregend und belebend auf die Nerven- und Hirnthätigkeit. Dahin gehören z. B. Kaffee, Thee, Tabak, die alcoholischen Getränke, deren Allgemeinwirkung bekannt ist. Bei der Wirkung der verschiedenartigen Genußmittel handelt es sich nicht um Eingriffe in den Stoffumsatz, um Ersparung von Nahrungsmaterial, sondern wahrscheinlich nur um eine veränderte Beweglichkeit und erhöhte Leistungsfähigkeit der kleinsten Theilchen unserer Nervencentralorgane, welche durch das betreffende Genußmittel angeregt und unterhalten wird. Es kommt bei Ueberwindung von Schwierigkeiten bekanntlich sehr auf die Disposition oder Stimmung an, in welcher wir uns befinden. Bei gleicher Zersetzung im Körper und der Erzeugung von gleichviel lebendiger Kraft wird doch ein Mensch, der mit frischem Muth an die Arbeit geht, dieselbe leichter verrichten, als ein durch Kummer gedrückter oder an sich verzweifelnder; ein Peitschenhieb macht,

daß ein Pferd, ohne daß man ihm dadurch Kraft mittheilt, seine Kraft nach außen besser verwendet und ein Hinderniß leichter überwindet. So versetzen auch die Genußmittel bestimmte Theile unserer Nervencentralorgane in einen Zustand, bei dem sie besser über ihre Kräfte verfügen und es uns möglich machen, über gewisse Lagen des Lebens besser hinwegzukommen und erhöhten Zumuthungen leichter Folge zu leisten.

Es ist deshalb thöricht und unberechtigt, auch den bescheidenen Genuß der genannten Reizmittel blindlings zu verwerfen. Man braucht sie, um mit Funke zu sprechen, nicht damit in Schutz zu nehmen, daß der Trieb, sie in irgend welcher Form sich zu verschaffen, wiederum der Ausfluß eines unvertilgbaren Menschheninstinctes ist, der sich zu allen Zeiten bei allen Völkern geltend gemacht hat. Man braucht sich nur zu fragen: Muß denn unsere Maschine, wie der Pendel der Uhr, immer in demselben monotonen langweiligen Tempo arbeiten? Was schadet es ihr denn, wenn sie von Zeit zu Zeit mit etwas stärker gespanntem Dampf etwas rascher pumpt, sobald sie nur in den folgenden Intervallen bei langsamer Arbeit die kleine Luxusausgabe an Kraft aus dem genügenden Vorrath wieder einbringen und etwaige kleine Defecte ihres Mechanismus wieder ausbessern kann! Wahrlich, manche leuchtende, fruchtbringende Idee ist schon aus einem Römer duftenden Rheinweins geboren, welche vielleicht nie den nüchternen Wasserkrügen der Vegetarianer entstiegen wäre; manch' bitteres Herzweh, das bei Himbeerlimonade tiefer und tiefer gefressen hätte, hat ein Schälchen Kaffee gemildert; manche Sorge, manche Grille hat sich mit dem Rauch einer Cigarre verflüchtigt, und das ist doch auch etwas werth in so mancher armseligen Menschenexistenz!

## I. Gewürze und Speisezusätze.

Das **Kochsalz** (s. S. 45 und 430), oder schlechtweg Salz, wird zwar als salziges Gewürz bezeichnet, ist aber auch ein wirklicher und ganz unentbehrlicher Nahrungsstoff; denn Kochsalz ist ein wesentlicher Bestandtheil des Blutes und der Körpergewebe und wird durch Haut, Nieren und andere Absonderungsorgane beständig aus dem Körper entfernt, so daß wir demselben immerfort Salz zuzuführen gezwungen sind. Allerdings wird ungleich mehr Salz eingeführt, als für die Zwecke der Ernährung unmittelbar nöthig ist. Es wird dann weniger als Nahrungsstoff wie als Genußmittel genossen, welches den Körper ziemlich schnell wieder mit den Ausscheidungsstoffen verläßt. — Das Kochsalz unterstützt ferner die Verdauung insofern, als es die Absonderung der Verdauungssäfte und die Auflösung eiweißartiger Stoffe und schwerlöslicher Fette befördert. Es steigert ferner den Eiweißumsatz im Organismus und dient zur Anregung der endosmotischen Vorgänge (s. S. 87). Dadurch aber, daß es zu seiner Auflösung dem Blute Wasser entzieht, erzeugt es Durst und fordert zum Trinken auf.

Vollkommen reines Salz wird an der Luft nicht feucht, das künstliche Salz ist jedoch geneigt an der Luft feucht zu werden, was von einem Gehalt an zerfließlichen Salzen, Chlorkalium und Chlormagnesium, herrührt. Kleine

Mengen dieser Salze, sowie von schwefelsaurem Kalk und schwefelsaurem Natron, die stets im Kochsalz enthalten sind, sind unschädlich. Gutes Salz bildet trockene kleine Krystalle, darf nicht bitter schmecken und muß sich im Wasser bald und vollkommen zu einer klaren Flüssigkeit ohne Bodensatz auflösen. — Das Salz darf in keinen metallenen Gefäßen aufbewahrt werden, weil Blei, Kupfer, Zink und Messing oxydiren, wenn sie mit feuchtem Kochsalz in Berührung kommen, wodurch giftige Metallverbindungen in das Salz gelangen können.

Die eigentlichen **Gewürze** sind niemals Ersatz- und Nahrungsstoffe, sondern nur Reizmittel für die Geschmacks- und Verdauungswerkzeuge. Sie sind dies um so mehr, je mehr sie gewürzhaftes, flüchtiges Oel enthalten, wie die aus heißen Ländern stammenden Gewürze: Zimmtrinde, Zimmtblumen, Muskatnuß, Muskatblüthe, Pfeffer, Ingwer, Gewürznelken, Cardamomen, Nelkenpfeffer (Piment oder neue Würze), Vanille. In größerer Menge genossen erzeugen diese stark-würzigen Stoffe aber eine nachtheilige Erregung des Blutlaufes und der Nerventhätigkeit. Man sei also mit dem Gebrauche der Gewürze sparsam und dies gilt besonders dem weiblichen Geschlechte im jugendlichen Alter.

Zu den milderen Gewürzen Europas gehören: Salbei, Rosmarin, Majoran, Thymian, Melisse, Körbel, Sellerie, Petersilie, Kümmel, Fenchel, Anis, Wachholderbeeren, Safran. Schärfere einheimische Gewürze sind: Zwiebeln, Knoblauch, Schalotten, Rettig, Radieschen, Senf, Kresse, Capern u. a.

Der fertige Senf wird häufig mit Stärkemehl, Leinsamen, Curcuma und Pfeffer verfälscht. Bisweilen kommen im Handel Zimmtrinde und Gewürznelken vor, denen das ätherische Oel entzogen ist. Gemahlene Gewürze sind häufig verfälscht.

Der **Essig**, im Wesentlichen eine wässerige Lösung der Essigsäure, dient nicht blos dazu, gewisse Nahrungsmittel schmackhafter und verdaulicher zu machen, sondern auch vor Fäulniß zu schützen. Er wirkt ferner sehr durstlöschend und befördert die Verdauung, indem er die Auflösung der meisten eiweißartigen und stärkemehlhaltigen Nahrungsstoffe unterstützt. Nur der Käsestoff der Hülsenfrüchte wird durch Essig unlöslich und es ist deshalb unzweckmäßig, solchen zu Erbsen, Bohnen und Linsen zuzusetzen. Der Essig begünstigt ferner die Verwandelung des Stärkemehls in Zucker, besonders wenn gleichzeitig auch noch Fett zugemischt wird (wie z. B. beim Salat mit Essig und Oel). — Wird Essig sehr oft in größerer Menge genossen, so stört er die Ernährung und erzeugt dadurch Blutarmuth und Bleichsucht. Es ist deshalb eine gefährliche Eitelkeit, ein rothes, für zu blühend gehaltenes Gesicht durch Essiggenuß blaß und interessant machen zu wollen.

Der Essig wird aus verschiedenen alcoholhaltigen Flüssigkeiten durch die Essiggährung (s. S. 67) bereitet. Je nach dem Material, aus welchem der Essig bereitet wurde, unterscheidet man Weinessig, Obstessig, Biereſſig und den durch die Schnellessigfabrikation dargestellten künstlichen Weinessig. Der vorzüglichste Essig ist der Weinessig, der außer Weinsäure auch die angenehm riechenden Aetherarten des Weines enthält. Die gelbe Farbe des echten Weinessigs wird den anderen Essigsorten meist durch Zusatz von

gebranntem Zucker (Caramel) ertheilt. Das Wirksame im Essig ist die Essigsäure, von der die geringen Sorten 2 Proc., die gewöhnlichen 3—6 Proc., die besten 10 Proc. enthalten. Noch stärkerer Essig heißt Essigsprit; derselbe hält sich auch in angebrochenen Flaschen sehr gut und kann beim Gebrauche nach Belieben mit Wasser verdünnt werden. Guter Essig muß hell, stark und rein sauer, aber nicht scharf sein und darf die Zähne nicht stumpf machen. Der Essig wird mitunter mit Schwefelsäure und mit Salicylsäure verfälscht. Zuweilen sucht man schwachem Essig durch Pfeffer, Senf u. dergl. einen starken Geschmack zu geben.

Der Essig kann, wenn er mit Blei oder Kupfer in Berührung kommt, sehr giftige Salze (Bleizucker, Grünspan) erzeugen und er ist deshalb, wie überhaupt saure Speisen und Getränke, niemals in Geschirren aus jenen Metallen oder mit Bleiglasur aufzubewahren. Man verwende dazu gläserne oder hölzerne Gefäße.

An Stelle des Essigs wird in der Küche mitunter Citronensaft verwendet, dessen wirksamer Bestandtheil die Citronensäure (s. S. 56) ist.

Die **fetten** Speisezusätze, wie Butter, Schmalz (d. i. weiches Fett, wie Schweine-, Gänse- und Pferdefett), Talg (d. i. festes Fett, wie Rinds-, Hammel- und Ziegentalg) und fette Oele dienen nicht nur zur Geschmacksverbesserung der Speisen, sondern sie sind auch Nahrungsstoffe, die bei der Wärmebildung und Kraftentwickelung eine große Rolle spielen. Auch ist beobachtet worden, daß sich Stärkemehl weit leichter in Zucker verwandelt, wenn es mit etwas Fett, als wenn es allein genossen wird. Sonach werden Brod und Kartoffeln verdaulicher, wenn sie mit Butter (Fett, Speck) genossen werden. Das Fett selbst ist verdaulicher, wenn es der Hitze ausgesetzt oder mit Zucker, Essig (Citronensaft), Kochsalz und Gewürzen versetzt wird. Es stört jedoch die Verdauung, sobald es, in größeren Mengen genossen, im Magen die anderen Nahrungsstoffe umhüllt, weil dann der saure wässerige Magensaft nicht ordentlich in dieselben eindringen kann.

Der **Zucker**, sowie auch Syrup und Honig (s. S. 52), sind nicht blos geschmackverbessernde Genußmittel, sondern auch, wie das Stärkemehl (welches der Zucker aber an leichter Verdaulichkeit übertrifft), werthvolle Nahrungsmittel. Der Zucker regt die Absonderung des Magensaftes an und unterstützt dadurch, daß er sich theilweise im Verdauungsapparate allmählich in Milch- und Buttersäure verwandelt, die Verdauung der eiweißartigen, der eisen- und kalkhaltigen Nahrungsmittel. Als Kohlensäure und Wasser wird schließlich der zersetzte Zucker wieder aus dem Körper (besonders durch die Lungen) entfernt. In größerer Menge genossen, giebt er zu abnormer, störender Säurebildung in den Verdauungswegen Veranlassung.

Die Würzmittel, Kochsalz, Essig und die eigentlichen Gewürze haben, wie bereits erwähnt wurde, eine weittragende Bedeutung für die Verdauung und Ernährung. Durch Zuthat von Würzmitteln läßt sich auch bei der einfachsten Kost Abwechselung in den Geschmack der Speisen bringen. Es muß aber entschieden vor dem übermäßigen Salzen, Würzen und Säuren gewarnt werden. Abgesehen von

den erregenden Wirkungen der eigentlichen Gewürze, wird auch durch die übertriebene Anwendung der Würzmittel entschieden die Trunksucht gefördert. Dies gilt besonders für die ärmeren Classen, bei denen Salz unausgewässerte Heringe, Pfeffer, Essig, Senf und Zwiebeln häufig in allzu großer Menge Verwendung finden.

## II. Eigentliche Genußmittel.

**Weingeistige oder alcoholische Getränke** entstehen bekanntlich aus zuckerhaltigen Flüssigkeiten (natürlichen oder künstlich dargestellten Fruchtsäften) in Folge der sogen. weinigen oder geistigen Gährung (s. S. 65), indem man entweder den Saft der Trauben (Wein) oder die durch Extraction von gekeimten Getreidesamen erhaltenen und mit Hopfen behandelten Würzen (Bier) oder den durch Zerkleinern und Pressen gewonnenen Saft von Birnen, Aepfeln oder Johannisbeeren (Obstwein) freiwillig oder nach Hefezusatz vergähren läßt. Durch Destillation solcher gegohrener Flüssigkeiten erhält man dann weiterhin die Branntweine oder gebrannten Wässer, welche am alcoholreichsten sind. Die alcoholischen Getränke sind mehr oder minder stark erregende Genußmittel, welche, zumal im Uebermaß genossen, für die Gesundheit sehr schädlich sind und für die Jugend durchaus nicht passen. Diese hat ihren Durst nur durch Wasser, Milch und höchstens durch ganz leichtes Bier, in keinem Fall aber durch stärkere alcoholhaltige Getränke zu stillen. Leichter Wein, mäßig genossen, kann allenfalls zeitweilig gestattet werden.

Der durchschnittliche Alcoholgehalt ist in den verschiedenen gegohrenen Getränken sehr verschieden; so enthalten die schwächeren Biere 1—3, die bayrischen Biere 3—3,5, die Obstweine 5—6, Ale und Porter 7—8, Rheinweine 8—10, Bordeauxweine 9—10, Champagner 10—12, Madeira 18—19, Sherry 20—22, Liqueure 26—60, Branntweine 45—60, Cognac sogar 69,5 Procent Alcohol. In vielen geistigen Getränken finden sich neben dem eigentlichen Alcohol (Aethylalcohol) auch noch verwandte Alcohole (Propyl-, Butyl-, Amylalcohol) und Aetherarten, im Kartoffelbranntwein häufig auch das widerlich riechende und schmeckende Fuselöl, welches ganz besonders nachtheilig auf den Körper wirkt.

Die Wirkung des genossenen Alcohol ist zuvörderst: Reizung und Röthung (in Folge vermehrten Blutzuflusses) der Magenschleimhaut mit nachfolgender Vermehrung des Magensaftes. Es ist deshalb der Weingeist, in mäßiger Menge und in verdünnter Form genossen, ein wohlthätiges, verdauungbeförderndes Genußmittel. In großer Menge und in wenig verdünnter Form genossen erschwert er aber die Verdauung, weil er eine Gerinnung der eiweißartigen Nahrungsstoffe veranlaßt. Größere Mengen von Alcohol auf einmal genossen, erzeugen die acute Alcoholvergiftung (Rausch, Trunkenheit), welche nach einem vorübergehenden Stadium der Aufregung zu Schlafsucht und völligem Verlust des Bewußtseins führt und durch Herzlähmung oder Schlagfluß den Tod bewirken kann. Der gewohnheitsmäßige Mißbrauch des Alcohols zieht chronischen Magencatarrh nach sich,

besonders wenn der Alcohol häufig in den leeren Magen gebracht wird, und endlich ein chronisches Allgemeinleiden, die chronische Alcoholvergiftung oder Säuferkrankheit, bei welcher fast alle Organe des Körpers entarten. — In die Zusammensetzung der Gewebe geht der Alcohol nicht ein. Die Veränderungen, die er im Stoffwechsel hervorruft, sind noch nicht genau bekannt. Fest steht nur, daß ein Theil des Alcohols unverändert durch die Lungen wieder ausgeschieden wird; wahrscheinlich ist, daß ein anderer Theil der Verbrennung (Oxydation) zu Kohlensäure und Wasser unterliegt, und zwar bleibt er längere Zeit im Körper, bis er verbrannt oder als Alcohol entfernt wird; seine Wirkung währt deshalb geraume Frist hindurch. Der Alcohol wirkt nervenerregend, setzt die Körpertemperatur herab und steigert die Herzthätigkeit. Der Volksaberglaube schreibt dem Branntwein eine wärmende Wirkung zu: das subjective Wärmegefühl beruht aber nur auf einer durch den Alcohol veranlaßten Gefäßerweiterung, die den frierenden Theilen für den Augenblick zwar mehr Wärme zuführt, im Ganzen aber die im Körper vorhandene Wärme rasch verbraucht (s. S. 197). Ebensowenig vermag der Alcohol Kraft zu erzeugen. Der Darbende, welcher Schnaps trinkt, um die Kraft für die Arbeit zu finden, behandelt seinen Körper wie der Unbarmherzige, der sein von Hunger erschöpftes Pferd durch Peitschenhiebe zu neuen Leistungen zwingt. Man hat den Branntwein treffend einen Wechsel genannt, ausgestellt auf die Gesundheit, der immer prolongirt werden muß, weil er aus Mangel an Mitteln nicht eingelöst werden kann. Der schnapstrinkende Arbeiter verzehrt das Kapital anstatt die Zinsen — kein Wunder, daß endlich der Bankerott des Körpers unvermeidlich ist. Die Erfahrung lehrt, daß der häufige und reichliche Genuß von Weingeist Fettanhäufungen und Beschränkung des Stoffwechsels (insofern Ersparniß an Eiweißkörpern) nach sich zieht, weshalb Gewohnheitstrinker gewöhnlich sehr corpulent sind. Auch eine krankhafte Anhäufung von Harnsäure im Blute (Gicht) scheint er zu begünstigen, besonders wenn gleichzeitig dem Blute viel Eiweißkörper zugeführt werden, vorzugsweise bei üppiger Lebensweise und wenig Körperbewegungen. — Da der Weingeist vom Magen aus zunächst in das Pfortaderblut und mit diesem durch die Leber tritt, so zieht sein Mißbrauch nicht selten eine unheilbare Entartung (Verhärtung und Verkleinerung) der Leber nach sich, die als „Säufer- oder Schuhzweckenleber oder Cirrhose der Leber" bekannt ist und Bauchwassersucht und endlich den Tod in ihrem Gefolge hat. Nicht wenige Säufer ferner verfallen schließlich dem Säufer- oder Zitterwahnsinn.

## Bier.

Das Bier ist das gebräuchlichste*) geistige Getränk. Es wird aus den gekeimten Samen der Getreide, am gewöhnlichsten aus Gerste und Weizen, jedoch auch aus Hafer (in Polen) oder Mais (in Südeuropa), in neuester Zeit auch aus Reis, Kartoffeln und Stärkezucker durch Gährung bereitet. Es enthält demnach aus diesen Samen folgende Nahrungsstoffe, in vielem Trinkwasser aufgelöst: Zucker, Gummi

*) Nach einer Zusammenstellung von Voit betrug im Jahre 1874 der jährliche Bierconsum für den Kopf der Bevölkerung in Frankreich 21, in Oesterreich 37, im Deutschen Reich 98, in England 139, in Belgien 158, in München sogar 566 Liter.

(Dextrin), Eiweiß, Fett und Salze. Unter den Salzen fällt der enorm große Gehalt an phosphorsaurem Kali auf, ein Salz, welches, wie in der Fleischbrühe und im Fleischextracte, eine nervenerregende und beim übermäßigen Biergenuß eine ermüdende Wirkung nach sich zieht. Ihm verdankt das Bier wohl auch zum Theil seine bedeutende Wirkung auf Anbildung von Organstoffen und als Kräftigungsmittel bei Reconvalescenten. Außerdem hat sich durch die geistige Gährung auch noch Alcohol, Kohlensäure, Glycerin, Milch- und Buttersäure, und zuweilen auch Essigsäure in demselben gebildet, und den meisten Bieren sind dann noch Hopfenbestandtheile (Hopfenbitter oder Lupulin und ätherisches Hopfenöl) zugesetzt. Nach der Menge der im Biere enthaltenen Nahrungsstoffe richtet sich die Nahrhaftigkeit desselben; von seinem Kali- und Alcoholgehalte hängt die erregende und berauschende, von der Kohlensäure die erfrischende Eigenschaft desselben ab; die Hopfenbestandtheile ertheilen ihm den angenehmen bittern und würzigen Geschmack, sowie die Haltbarkeit (Schutz vor Essiggährung). Die schwächeren Biersorten (Weißbiere, Dünn- und Halbbiere) enthalten im Durchschnitt etwa 1—2 Procent Alcohol, die etwas stärkeren Biere (Lager-, Doppel- und bayrischen Biere) gegen 3—4 Procent Alcohol, die starken Biere (Ale, Porter) gegen 6—8 Proc. und mehr Alcohol. Das Bier ist ein schwach nährendes, die Verdauung mäßig beförderndes, die Blutbewegung und das Nervenleben gelind anregendes Getränk, welches ähnlich wie die Fleischbrühe wirkt. Es enthält von allen geistigen Getränken die geringste Menge Alcohol und die größte Menge von Nahrungsstoffen. Trotzdem müßte man 12—13 Liter Bier täglich trinken, wenn man den nöthigen Kohlenstoff in den Körper nur durch Bier einführen wollte. Dabei müßte aber noch Eiweiß zugeführt werden, denn der Eiweißgehalt des Bieres ist sehr gering. Die große Bedeutung des Bieres für die Volksernährung ist wesentlich darin zu suchen, daß es den Genuß des gesundheitsschädlichen Branntweines einschränkt. Der Weingeist des Bieres, an welchem die schwächsten Weine immer noch reicher als die stärksten Biere sind, ist weit weniger gefährlich als der des Branntweins, weil er in mehr verdünntem Zustande genossen und durch die übrigen Bestandtheile des Bieres eingehüllt wird. Man schadet sich aber trotzdem und setzt sich allen schädlichen Folgen des Alcohols aus, wenn man Bier, zumal das stärkere (berauschende) im Uebermaß trinkt. Die Thatsache, daß der gewohnheitsmäßige Genuß großer Quantitäten Bier die allgemeine Ernährung fördert, wird zum Theil als Wirkung seiner Nährstoffe (besonders Kohlenhydrate und Kalisalze) erklärt, theils auf die beschränkende Wirkung zurückgeführt, die der Alcohol auf den Stoffwechsel übt. Der hauptsächlichste Grund dürfte aber hierbei in einer gleichzeitig gesteigerten Nahrungsaufnahme zu suchen sein. Liebig hat bekanntlich nachgewiesen, daß die Münchener Brauknechte, welche große

Mengen Bier trinken, sehr starke Esser sind. — Ein gutes Bier muß vollkommen ausgegohren, klar und durchsichtig sein, einen hellen Schein geben (Glanz haben), keinen Bodensatz bilden, wenn es eine Zeitlang gestanden hat; es darf weder schal noch sauer schmecken, es muß klebrig und nicht wässerig sein; der Schaum muß weiß, kleinblasig (milchig) und nicht leicht verfliegend sein, sich lange auf der Oberfläche des Bieres und an den Wänden des Glases halten.

In Gewichtsprocenten ausgedrückt beträgt nach Wagner der Alcoholgehalt im Durchschnitt: bei Würzburger Lagerbier 4,0—4,3 Proc., bei Würzburger Schankbier 3,0—4,2 Proc., Culmbacher Lagerbier 4,5 Proc., Münchner Lagerbier 4,3—5,1 Proc., Münchner Schankbier 3,8—4,0 Proc., Münchner Bock 4,3—4,8 Proc., Porter und Ale (London) 5,5—8,0 Proc., Wiener von Dreher (Schwechat) 4,3 Proc., Waldschlößchen (Dresden) 3,6 Proc., Pilsener Bier 3,6 Proc., Tivoli Bier (Berlin) 4,2 Proc., Berliner Weißbier 1,9 Proc. Die übrigen Bestandtheile des bayrischen Bieres verhalten sich in Gewichtsprocenten folgendermaßen: Kohlensäure 0,1—0,2 (in Berliner Weißbier 0,6 Proc.), Zucker 0,2—1,9, Dextrin 4,6—4,8, Eiweißstoffe 0,3—0,8, Salze als Asche 0,2—0,3.

Die Bereitung des Bieres geschieht auf folgende Weise: zuvörderst wird durch Begießen der Gerste oder des Weizens mit Wasser und nach Ausbreitung desselben auf einem luftigen Boden das Getreide zum Keimen gebracht (d. i. Malzen), wobei sich in dem Samen ein Ferment, Diastase genannt, entwickelt und in der Stärke die Zuckergährung (s. S. 51) hervorruft. Bei dieser Umwandelung der Stärke in Zucker quellen die Samen auf, verschlucken Sauerstoff aus der Luft, erzeugen Kohlensäure, werden dabei warm und es entsteht ein eigenthümlicher Geruch nach Aepfeln. Das keimende Getreide wird dann an der Luft oder auf Oefen (Darren) getrocknet, um sein Keimen zu unterbrechen, und heißt nun Malz (Luft- oder Darrmalz). Das Malz wird sodann gröblich geschroten; hierauf werden durch Uebergießen des geschrotenen Malzes mit heißem Wasser die löslichen Bestandtheile desselben ausgezogen (d. i. das Maischen); dieser Auszug (d. i. die Bierwürze), welcher neben Zucker noch Eiweiß, Diastase und Dextrin enthält, wird mit Hopfen gekocht (gehopft) und schließlich durch Hefe in Gährung versetzt, wobei sich der größte Theil des Zuckers in Weingeist und Kohlensäure verwandelt, während sich die Flüssigkeit durch Absetzen der Eiweißstoffe klärt. — Wird der Bierwürze, nachdem sie einige Zeit gekocht, klar, durchsichtig und bis auf 30 Grad abgekühlt wurde, Hefe hinzugesetzt, so tritt sehr bald die Obergährung ein, durch welche die leichten Weiß- und Braunbiere entstehen, und bei der sich eine große Menge Hefe obenauf sammelt. Alle diese Biere enthalten noch etwas Zucker und Kleber aufgelöst und gehen deshalb beim Aufbewahren noch eine zweite schwache (Nach-)Gährung ein. Wenn dagegen die Bierwürze bis unter 10 Grad abgekühlt wird, bevor man die Hefe zusetzt, und nun die Gährung an kühlem Orte geschieht, so tritt sie sehr langsam ein, die Hefe lagert sich dann unten ab und das ist die Untergährung. Solches Bier enthält keinen Zucker, keinen Kleber und keine Hefe mehr und läßt sich deshalb lange aufbewahren, besitzt mehr Kohlensäure und Spiritus als das obergährige. Setzt man der Bierwürze während des Kochens Hopfen hinzu, so entsteht das Bayrische-, Lager- oder Untergährige Bier. — Weißbier bereitet man aus Luftmalz und setzt der Würze wenig Hopfen zu; Braunbiere aus stark gedörrtem Malze; die süßen Biere (Braunschweiger Mumme, Gose, Broihanbier) aus der zuckerreichen, zuerst abfließenden Würze mit geringem Hopfenzusatz; die starken Doppel- oder Lagerbiere aus concentrirter Würze mit viel Hopfen, die Dünnbiere aus den späteren Aufgüssen des Malzes.

Neuerdings wird häufig ein erheblicher Theil des Malzes durch Kartoffel- (Stärke-)Zucker oder -Syrup ersetzt und dem Biere häufig auch ein Zusatz von Glycerin gegeben. Um den Hopfen zu ersetzen wird dem Biere Enzian, Bitterklee, Schafgarbe, Tausendgüldenkraut, Wachholderbeeren und Kalmuswurzel zugesetzt. Alle diese Stoffe, obgleich keine Ersatzmittel für den Hopfen, sind wenigstens unschädlich. Schädlich sind: Herbstzeitlose, Pikrinsäure, Quassia und Aloe. — Um dem Biere einen pikanten und aromatischen Geschmack zu geben, setzt man ihm Paradieskörner, Wachholderbeeren, Ingwer, spanischen Pfeffer, Coriander und Kokkelskörner zu. Diese Stoffe erzeugen Magen- und Darmentzündung, Leibschmerzen und Erbrechen, sind also schädliche und durchaus verwerfliche Zusätze. — Betäubende Stoffe, welche Kopfschmerz, Schwindel 2c. veranlassen, sind: Bilsenkrautsamen, Taumellolch, Tollkirsche, Brechnuß, Wald-Rosmarin. — Werden Fichtensprossen zugesetzt, so bildet sich in Verbindung mit Alcohol Ameisenäther, welcher sehr berauschend wirkt. — Zufällig kann das Bier mit Kupfer, Blei, Zink verunreinigt sein, was von den Gefäßen herrührt.

Unter dem Namen „Malzextract" existiren zwei ganz verschiedene Arten von Erzeugnissen aus dem Malze (d. i. der zum Keimen gebrachte und darin unterbrochene Getreidesamen, in welchem sich das Stärkemehl in Dextrin und Zucker verwandelt hat). Das wirkliche Malzextract oder der Malzauszug ist eine syrupartige, braune Flüssigkeit, welche durch allmähliches Abdampfen der Malzabkochung bereitet wird und weder Kohlensäure noch Weingeist enthält. Es ist dieses Malzextract ein gutes und wegen der Löslichkeit seiner Bestandtheile sehr leicht verdauliches Nahrungsmittel, welches aber weit mehr Kohlenhydrate als Eiweißstoffe enthält. — Ein anderes Malzextract wird fälschlich Extract genannt, weil es nur ein gegohrener Malzaufguß, also ein gewöhnliches Braunbier mit etwas Weingeist und Kohlensäure ist (das Hoff'sche Malzextract).

## Wein.

**Wein** ist das Product der weinigen Gährung zuckerhaltiger Fruchtsäfte, wie Bier das Product der weinigen Gährung des Malzaufgusses darstellt. Die Gährung wird durch Keime und Sporen der Hefe (Weinhefe) eingeleitet, die sich aus der atmosphärischen Luft auf den Schalen der Früchte festgesetzt haben (s. S. 65). Die allermeisten Weine werden aus dem Safte der Weintraube bereitet, doch giebt es auch Weine aus vielem anderen Obste (Cider), besonders aus Birnen und Aepfeln, weil der Saft dieser Früchte ziemlich viel Traubenzucker enthält; ferner aus Quitten, Kirschen, Apricosen, Johannis- und Stachelbeeren, Maul- und Heidelbeeren, Erd- und Brombeeren. Auch aus Rosinen, Datteln und Feigen, Ahorn-, Birken- und Palmensaft, Zuckerrohr, Rhabarberstengeln, aus Honig (Meth) und Milch (Kumyß) werden weinartige Getränke dargestellt. Der durchschnittliche Gehalt der Obstweine an Alcohol beträgt 5—6 Proc., während die Traubenweine bis zu 20 Proc. und mehr Weingeist enthalten können. — Seiner chemischen Zusammensetzung nach ist der Wein, der keinen bittern Stoff wie das Bier enthält, eine innige Mischung von Wasser und Alcohol, etwas freier Kohlensäure, verschiedenen Pflanzensäuren (Wein- und

Aepfelsäure, neben kleineren Mengen von Trauben- und Gerbsäure und Salzen (besonders wein- und apfelsaurem Kali und Kalk), Zucker, Gummi oder Dextrin, Extractiv-, Gerb- und Farbstoff (von den Schalen), Glycerin, Bernsteinsäure, sowie etwas ätherischem Oel. Ueber die wohlriechenden Bestandtheile des Weines ist Zuverlässiges noch nicht bekannt. Der Weingeruch rührt von einem aus Oenanthäther (Weinblumenäther) und Alcohol bestehenden Stoff her. Der aus verschiedenen Aetherarten zusammengesetzte Oenanthäther entsteht bei der Gährung des Mostes. Das Bouquet, die Blume der guten Weine, bildet sich ebenfalls durch während der Gährung entstandene Aetherarten, die aber noch nicht mit Sicherheit erkannt werden konnten. Auch beim Lagern des Weines werden noch riechende Verbindungen gebildet. Die Beschaffenheit dieser Riechstoffe bestimmt neben dem geringen Säuregehalt vorzugsweise die Güte des Weins. Das Wirksame des Weines ist der Alcohol, und dieser wirkt auf Blut- und Nervensystem, sowie auf die Verdauung erregend, insofern belebend, in größerer Menge berauschend; daneben kommt auch den ätherischen Bestandtheilen des Weins eine belebende Wirkung auf die Nervencentralorgane zu. Nach ihrem Alcoholgehalte ist natürlich die Wirkung der verschiedenen Weinsorten eine stärkere oder eine schwächere und nach ihrem größern oder geringern Weingeistgehalte unterscheidet man starken oder schweren und schwachen oder leichten Wein. Beide Arten können süß (wenn mehr Zucker darin als durch die natürliche Hefe desselben in Weingeist umgewandelt werden kann) oder herbe (wenn aller Zucker in Weingeist umgewandelt) sein. Bei sehr starkem Wein (über 17 Proc. Alcohol) ist immer zu argwöhnen, daß ihm künstlich Weingeist zugesetzt ist. Uebrigens zeigen alle Bestandtheile des Weines, nicht blos der Weingeist, hinsichtlich ihrer Menge und gegenseitigen Verbindung unter einander die größten Verschiedenheiten, und zwar nach Traubensorte, Gewächs, Klima, Boden, Lage, Jahrgang, Witterung, Alter, Keller und Faß. Nach dem Farbstoffe, welchen jeder Wein enthält, unterscheidet man rothen und weißen Wein. Halbrothen Wein nennt man Schiller (Schieler) oder Bleichert. Die rothen Weine enthalten mehr Gerbstoff als die weißen, wodurch ihnen ein besonderer Werth bei Neigung zu Darmcatarrhen zukommt, und werden sehr oft mit unschädlichen Zusätzen (Malven, Heidelbeeren, Hollunder, Lackmus), neuerdings aber auch mit den meist arsenikhaltigen (daher giftigen) Anilin gefärbt. — Man rechnet im Allgemeinen, daß sich bei der Weingährung aus 2 Theilen Zucker 1 Theil Weingeist bildet und der Wein kann also um so stärker werden, je mehr Zucker der Most enthält. Der mangelnde Zucker (in sogen. schlechten Jahren und Sorten) wird zuweilen durch vor der Gährung künstlich zugesetzten Traubenzucker vermehrt (d. i. Gallisiren oder Chaptalisiren). Was von dem Zucker des Mostes nach der Gährung übrig geblieben ist,

hat sich aus Traubenzucker in Fruchtzucker verwandelt. Im südlichen Frankreich ist das sogen. „Gypsen" des Traubenmostes gebräuchlich, um die Farbe des Weins und seine Haltbarkeit zu heben; gegypste Weine enthalten reichliche Mengen von schwefelsaurem Kali und geben dadurch unter Umständen Anlaß zu Verdauungsstörungen. — Der früher nicht seltene Zusatz von Schrot zu Wein macht diesen süßer (Bleizucker), aber durch Blei und Arsenik giftig. Schrotkörner, die zum Reinigen der Weinflaschen gedient haben und nicht vollständig daraus entfernt wurden, geben dem Weine einen Gehalt an denselben giftigen Stoffen. Tröpfelt man Schwefelwasserstoffauflösung in bleihaltigen Wein, so entsteht eine schwarze Färbung desselben.

Die Bereitung des Weines geht dadurch vor sich, daß der ausgepreßte Saft der reifen Trauben (d. i. der Most) beim Stehen in warmer Luft sehr bald in geistige Gährung übergeht; dabei wird der klare Saft flockig, trübe, nimmt eine höhere Temperatur an und entwickelt Gasblasen (Kohlensäure). Durch die vor sich gehende Verwandelung des Zuckers in Kohlensäure und Weingeist verliert der Most immer mehr seinen süßen Geschmack; durch Abscheidung der Hefe wird die trübe Flüssigkeit allmählich klar. Bei Aufbewahren des so gebildeten Weines in Fässern folgt dieser ersteren Gährung nachträglich noch eine zweite, weil sich bis jetzt noch nicht aller Zucker in Alcohol und Kohlensäure umgewandelt hatte, und diese dauert um so länger, je zuckerreicher der Most war. Daher rührt es, daß edle Weine durch längeres Liegen reicher an Alcohol werden. Bei dieser Nachgährung setzt sich der sogen. Weinstein (saures weinsaures Kali, Cremor tartari) in den Fässern ab. Mit dem Alter erleidet der Wein einen Verlust an Zucker und Glycerin und bei sehr alten Weinen ist ein Theil des Alcohol in Essigsäure übergegangen. — Um schlechtere Weine zu verbessern, werden denselben gute Sorten zugesetzt, d. i. das Weinverschneiden, oder sogar Spiritus und Zucker hinzugefügt; so ist es hinlänglich bekannt, daß neuerdings selbst in Frankreich enorme Mengen künstlicher Bordeauxweine aus deutschem Spiritus und geringwerthigen ungarischen und italienischen Landweinen fabricirt werden. — Die schäumenden, mousirenden Weine enthalten viel Kohlensäure (weil der Most nur kurze Zeit in Gährung erhalten wird und diese in den Flaschen fortdauert), 10—12 Proc. Alcohol, und sind von süßem, prickelndem Geschmacke. Sie werden vorzugsweise in der Champagne (Epernay) und Bourgogne (durch Zusatz von Zucker und bestimmten Liqueuren) bereitet, jedoch auch am Rhein, Neckar, Main, an der Elbe und Saale. — Getränke aus Wein mit Zusatz von Zucker und Gewürzen sind: Glühwein, Bischof, Kardinal.

Zum Haltbarmachen des Weines hat sich das Pasteurisiren bewährt (nach dem Chemiker Pasteur), bei welchem der Wein unter Luftabschluß auf 60° C. erhitzt wird, um die darin enthaltenen Fermente unwirksam zu machen.

Der Alcoholgehalt der verschiedenen Weinsorten schwankt zwischen 6 und 24 Volumprocenten: am meisten (15—24 Proc.) enthalten Sherry, Portwein, Marsala, Madeira u. dergl.; ihnen folgen die Champagner-, Bordeaux- und Burgunderweine (7—14 Proc.), sodann Rhein- und Moselweine (6—13 Proc.); die geringeren Weinsorten enthalten 6—7 Proc. Alcohol. Auch der Zuckergehalt der Weine schwankt beträchtlich; im Malaga und Tokayer finden sich 10—15, im Portwein 3—7, im Champagner 5—7, im Rhein- und Moselwein 0,1—0,5 Proc. Zucker. An freier Säure enthalten die Rheinweine 0,4—0,6 Proc.

# Branntwein.

Der **Branntwein** und die sogenannten **gebrannten Wässer** sind die durch Destillation weingeisthaltiger Getränke dargestellten Flüssigkeiten, die sehr reich an Weingeist sind (40—60 Proc. und mehr), daneben aber auch noch Wasser und kleine Mengen gewisser flüchtiger, theils ätherischer, theils ätherisch-öliger Stoffe (angenehm riechende Aetherarten und angenehm riechende Fuselöle) enthalten. — Liqueure werden künstliche Mischungen von fuselfreiem Branntwein mit viel Zucker, ätherischen Oelen oder gewürzigen Substanzen (Anis, Kümmel, Pomeranzenschalen, Gewürznelken, Vanille, Zimmt u. a.) genannt. — Die Wirkung dieser Flüssigkeiten geht vom Alcohol, sowie zum Theil auch vom Aether und Fuselöle (von dem der Korn- und Kartoffelbranntwein am meisten enthält) aus und ist eine stark nervenerregende, die Circulation beschleunigende und stark berauschende. Der gewohnheitsmäßige Mißbrauch der gebrannten Wässer führt sicher zu körperlichem, geistigem und sittlichem Verfall und gehört zu den schlimmsten socialen Schäden unserer Zeit.

Die Bereitung des Branntweins geschieht jetzt vorzugsweise aus Getreidesamen (Korn- oder Getreidebranntwein) und Kartoffeln (Kartoffelbranntwein), früher wurde er dagegen fast nur aus Wein, Weinhefe und Trebern (Wein- oder Franzbranntwein, Cognac, Weinsprit) fabricirt. Außerdem braucht man auch noch andere, Zucker oder Zuckerbildner enthaltende Pflanzenstoffe und alle möglichen Obstarten dazu; so wird (in Westindien und in Europa) aus den Abfällen der Zuckerfabrikation, besonders der Melasse oder aus dem gegohrenen frischen Safte des Zuckerrohrs der Rum (der beste ist der Jamaika-Rum), aus gemaltzem Reis und den Samen der Arekapalme der Arak (der beste ist der von Goa), sowie aus Wachholderbeeren der Genever (Gin) bereitet; weiter zählen hierher der Zwetschen- (Pflaumen-) Branntwein (Slibowitz oder Rakia) und der aus zerstoßenen Kernen saurer Kirschen abgezogene Maraschino, sowie das aus den Kernen der schwarzen Kirschen erzeugte Kirschwasser. — Grog ist eine Mischung von Rum (Arak oder Cognac) mit Zucker und heißem Wasser; Punsch eine ähnliche Mischung mit Citronensaft oder Wein.

Der **Mißbrauch spirituöser Getränke**, vorzüglich der gewohnheitsmäßige Genuß größerer Mengen von Branntwein, zumal bei wenig und schlechter Nahrung, schlechter Wohnung und Kleidung, erzeugt einen krankhaften Zustand, welcher entweder sehr schnell, selbst schlagflußähnlich zum Tode führt (d. i. die acute Alcoholvergiftung, die Trunkenheit), oder allmählich unter reichlicher Bildung eines blassen, schmierigen Fettes und in Folge von krankhaften Entartungen der meisten Organe (Magen, Lunge, Leber, Herz, Nieren, Gehirn) durch Schlagfluß, Lungenentzündung, Herzlähmung oder Wassersucht tödtlich wird (d. i. die chronische Alcoholvergiftung oder Trunksucht). Diese letztere äußert sich zuerst durch Verdauungsstörungen und Ablagerungen schlaffen Fettes unter der Haut. Die Magenaffection giebt sich zu erkennen: durch Appetitlosigkeit, Uebelkeit, Würgen und wässeriges Erbrechen im nüchternen Zustande. Die Haut wird nach und nach schmutzigfahl, fettig oder trocken, rauh, spröde und mit Oberhautschüppchen bedeckt; im Gesichte (auf Wangen und Nase) bilden sich bläulichrothe Gefäßnetze; die Miene ist verstört, schläfrig

und mürrisch. Später gesellen sich hinzu: Sodbrennen, Magenschmerzen, Blutbrechen, Husten mit oder ohne Auswurf, Herzklopfen, Blasenbeschwerden, Hautjucken, Zittern und Säuferwahnsinn (delirium tremens: Sinnestäuschung mit Irrereden und großer Geschwätzigkeit). Ganz unberechenbar ist der moralische Schaden, den die Trunksucht durch Zerstörung des Familienglückes, des materiellen Wohlstandes und Vermehrung der Verbrechen stiftet: Irrenhaus, Zuchthaus und Kirchhof sind die Zielpunkte, an denen die meisten Gewohnheitstrinker nur allzufrüh angelangen. — Neben dem Alcohol wirken auch noch in manchen Liqueuren gewisse Zusätze sehr schädlich. Dies gilt besonders von dem in Frankreich in großen Mengen getrunkenen Absynth, der mit Wermuth zubereitet wird und nach Angabe der französischen Aerzte die schwersten Nervenkrankheiten hervorbringt. Kirschgeist und Slibowitz enthalten Blausäure, aber in so geringen Mengen, daß ihre giftige Eigenschaft gegen die des Alcohols wenig in Betracht kommt. Manche Liqueure sind mit arsenhaltigen Anilinfarben gefärbt.

NB. Die Völker des Orients, denen die Religion den Genuß spirituöser Getränke untersagt, berauschen sich durch narkotische Stoffe: durch Opium (rein oder mit Honig, Zimmt, Muskatnuß) wie die Türken, Perser, Syrier und Egypter (d. s. Theriaki oder Opiumesser); indischen Hanf, (Haschischa) die Perser, Syrier, Araber, Indier, Egypter, ferner auch die Neger, Hottentotten und Kaffern; durch den Taumel- und Rauschpfeffer (ein Getränk, welches Ava oder Kava heißt) die Bewohner der Südseeinseln, besonders der Gesellschafts-, Sandwichs- und Marquesasinseln: durch betäubende Pilze (Schwämme), besonders Fliegenpilz, die Kamtschadalen, Jakuten, Tunguesen, Korjäken u. a.; endlich durch Coca (Blätter des Cocastrauches, Erythroxylon Coca) die Indianer.

## Kaffee.

Der **Kaffee**, als Getränk, ist ein Aufguß von kochendem Wasser auf geröstete und gemahlene Kaffeebohnen. Manche bereiten ihn aber auch durch Abkochung. Er ist eines der werthvollsten Genußmittel, welches die erregende Wirkung der Spirituosen theilt, ohne betäubend und erschlaffend zu wirken. Er ist neben dem Thee ganz besonders geeignet, bei der ärmeren Bevölkerung den Branntwein zu ersetzen und den Mißbrauch desselben einzuschränken. — Die Kaffeebohnen sind die aus der Frucht (d. i. eine zweisamige, kirschähnliche Beere mit zuckerhaltigem Fleische) herausgeschälten Samen des strauchartigen Kaffeebaumes (aus der Familie der Krapppflanzen), welche folgende Bestandtheile in ihrer Zusammensetzung enthalten: zunächst einen eigenthümlichen, hornartig aussehenden, holzig incrustirten Pflanzenzellstoff (34 bis 59 Proc.): ziemlich viel öliges Fett, bis zu 10 und 13 Proc. (aus palmitin- und ölsaurem Glyceryloxyd): die eigenthümliche, der Gerbsäure ähnliche Kaffeegerbsäure (10—12 Proc.: Albumin und einen an Kalk gebundenen Eiweißstoff, Legumin (durch Zusatz von kohlensaurem Natron löslicher, zusammen 10 Proc.): Zucker, Salze (kohlensaures und schwefelsaures Kali, Chlorkalium, kohlen-

sauren und phosphorsauren Kalk ꝛc.); einen bittern Extractivstoff und, als wichtigsten aller Bestandtheile, das Caffeïn oder Coffeïn (0,5—2 Proc.). Dieser letztere Stoff ist das Wirksame im Kaffee und stellt eine eigenthümliche, krystallisirbare, unangenehm bittere, stickstoffhaltige Substanz dar, welche sich in kochendem Wasser leicht löst und dem Theïn im Thee ganz ähnlich ist. — Nach ihrer Güte folgen die verschiedenen Kaffeesorten etwa so auf einander: Mokka (levantischer oder arabischer Kaffee, selten echt zu haben), Bourbon-Kaffee (kleine blaßgelbliche Bohnen), Java-Kaffee (gelbe oder gelbbräunliche Bohnen), Ceylon-Kaffee (der bessere Plantation-, der geringere Native-Kaffee), Menado-Kaffee (von Celebes, dem besten Java fast gleich), Brasil (der beste gewaschene Rio-Kaffee). Im Allgemeinen sind die hellgefärbten Sorten die besseren, ebenso die mit gleichförmiger Farbe und Größe. — Die Wirkung des Kaffee's ist im Allgemeinen eine angenehm erregende (belebende, erheiternde, schlafvertreibende), die aber weniger flüchtig und weniger erhitzend als die des Weingeistes (Branntweins) und deshalb diesem vorzuziehen ist. Allerdings kann der Kaffee bei reizbarem Nervensystem, wo er starkes Herzklopfen, Beängstigung und Hitze erzeugt, als nachtheiliges Reizmittel wirken und muß dann entweder kalt, oder mit viel Milch vermischt, oder gar nicht genossen werden. Als Nahrungsmittel kann der Kaffee, aber nur mit Milch und Zucker verbunden, nur in sehr geringem Grade dienen. Um dem Kaffee etwas mehr Nahrungswerth zu verleihen (und zwar durch besseres Ausziehen der Eiweißsubstanzen), setze man dem Aufgußwasser doppeltkohlensaures Natron zu. — Die empyreumatischen (brenzlichen) Oele des Kaffee's, nicht das Caffeïn, wirken als starkes Erregungsmittel für die Darmbewegungen und fördern dadurch die Stuhlentleerung.

Die Eigenschaften eines guten Kaffee's sind: gleichmäßige Größe und gelbgrünliche oder bläuliche Farbe der rohen, runden und gewölbten Bohnen, die im Wasser bald und gleichmäßig untersinken und beim Uebergießen mit heißem Wasser eine hellgelbe Farbe annehmen müssen. Haben sie über eine Nacht im Wasser gelegen, so muß dieses citronengelb gefärbt sein und einen dem chinesischen Thee ähnlichen Geruch haben; wurde das Wasser grün oder braun, so haben die Bohnen einen Schaden oder eine Verfälschung erlitten. Gute rohe Kaffeebohnen haben einen etwas herben, mehligen, kaum merklich bittern Geschmack, sowie in größeren Quantitäten einen eigenthümlich schwach säuerlichen Geruch; sie verbreiten beim Rösten einen reinen, kräftig balsamischen Wohlgeruch und erscheinen geröstet im Bruch markig und spröde. Schlecht sind die leichten auf dem Wasserspiegel schwimmenden, grasgrünen, mißfarbigen, schwärzlichen, dumpfig riechenden Bohnen. — Der Kaffee zieht den Geruch der meisten ihm nahe gebrachten Gegenstände an, wodurch er sein Aroma verliert und einen unangenehmen Beigeschmack bekommt. Es ist deshalb auch ein gutes Räucherungsmittel, wenn grob gestoßene gedörrte (rohe) Bohnen auf glühender Holzkohle verbrannt werden. — Verunreinigt kann der Kaffee mit Sand, Staub u. dergl. sein, was durch's Waschen leicht erkannt wird; Kohle, Indigo, Eisen- und Kupfersalze, womit die Farbe und das Aussehen der Bohnen zu verbessern gesucht wird, erkennt

man durch Reiben mit weißer Leinwand, durch Waschen mit reinem Wasser und die chemischen Reagentien auf Eisen und Kupfer. Das Kupferoxyd, was gar nicht selten zur Färbung benutzt wird und giftig ist, erkennt man auch dadurch, daß man die ungebrannten Bohnen mit Wasser auslaugt, diese Flüssigkeit mit einigen Tropfen reiner Salzsäure versetzt und in derselben einige Stunden lang ein blankgeschenertes Messer ganz ruhig stehen läßt. Ist dasselbe nach dieser Zeit roth angelaufen, dann war Kupferoxyd vorhanden. — Der mit Cichorie verfälschte gemahlene Kaffee schmeckt bitterlich säuerlich, nicht bitter aromatisch; gemahlen und befeuchtet läßt er sich zu Kügelchen kneten, während der reine Kaffee pulverig bleibt, auch sinkt die Cichorie sofort im Wasser unter; das Mikroskop läßt die charakteristischen Zellen und Spiralgefäße der Cichorie erkennen. Ist dem gemahlenen Kaffee gestoßenes getrocknetes Brod beigemischt, so ist dies durch den Tastsinn leicht zu ermitteln. Die Verfälschung mit Korn-, Bohnen- oder Kartoffelmehl läßt sich durch das Mikroskop, welches Stärkemehlkügelchen zeigt, und durch Jodlösung, welche die Stärke violett oder röthlich färbt, erkennen.

Bei der Bereitung des Kaffee's, von deren richtiger Ausführung ebensowohl der Geschmack, wie die Wirksamkeit desselben abhängig ist, kommt das Meiste auf das Rösten oder Brennen (d. i. die Erhitzung des Kaffee's bis zu einem gewissen Zersetzungsgrade) an, weil dadurch nicht nur der herbe widerwärtige Geschmack der frischen Bohnen beseitigt, sondern auch aus der Kaffeegerbsäure ein angenehmes, brenzliches Arom (ein brenzlich-ätherisches Oel und eine brenzliche Säure) entwickelt wird, welches Ursache des Geruchs von gebranntem Kaffee ist. Das Rösten muß nun aber auch noch deshalb geschehen, weil dadurch die Bohnen erst trocken, spröde und pulverisirbar werden, was zum Zwecke richtiger Ausziehung und Löslichkeit unumgänglich nöthig ist. Beim Rösten verliert der Kaffee bedeutend an Gewicht (etwa 25 Proc.), während sein Umfang durch Aufquellen zunimmt; es geht ferner der Zucker in Karamel (braunen gebrannten Zucker) über und ein kleiner Theil des Caffeïns wird ausgetrieben, während das zurückbleibende Caffeïn einen angenehmen bittern Geschmack annimmt. Der Aufguß von grünen, ungerösteten Kaffeebohnen hat einen zusammenziehenden bittern und nicht den beliebten aromatischen Geschmack, auch wirkt er viel stärker auf die Nerven, weil er reicher an Caffeïn ist (weshalb er auch bei der Migraine Anwendung findet).

Eine Tasse guten Kaffee bereitet man auf folgende Weise: 1) Man wähle eine gute Sorte Kaffee, der nicht zu alt (über 2 Jahr), aber auch nicht zu jung (unter 1 Jahr), wasche (schwinge) die Bohnen vor dem Rösten in kaltem Wasser einige Minuten lang und trockene sie dann zwischen Tüchern. Dieses Waschen ist deshalb nöthig, weil die Bohnen fast immer verunreinigt oder gefärbt sind. — 2) Das Rösten geschehe nun möglichst rasch und gleichförmig bei etwa 200° C. und zwar in gut verschließbarer Trommel, welche über mäßigem freien Feuer umgedreht wird, oder in flachem eisernen Geschirre unter stetem Umrühren. Als Anhaltepunkte für die Dauer des Brennens diene das beginnende Knistern und die Farbe der Bohnen, welche bei guter Kaffeesorte hellbraun, bei den geringeren Sorten kastanienbraun sein darf. 3) Der fertig gerösteten Kaffee erkalte in verschlossenen Gefäßen, damit das Aroma nicht verdunstet, wobei sich Feuchtigkeit an den Wänden entwickelt (d. i. das Schwitzen des Kaffee's). Eben deshalb ist der geröstete Kaffee auch stets in gut verschlossenen und vollgefüllten Behältern aufzubewahren. Am besten ist es aber, wenn der Kaffee gleich nach dem Rösten und Erkalten verbraucht wird. — 4) Vom fein (und zwar mehlfein) gepulverten (gemahlenen) Kaffee ist nun ein Aufguß zu machen, d. h. er ist blos anzubrühen, nicht zu kochen (weil sich dabei das Arom und Caffeïn verflüchtigt). Um aber beim Aufguß auch alle wichtigen Bestandtheile des Kaffee's gelöst und ausgezogen zu erhalten, muß durchaus eine Maschine benutzt werden, bei welcher durch den

Wasserdampf und das Wasser das Kaffeepulver gehörig durchzogen und erschöpft wird. Bei der gewöhnlichen Kaffeebereitung, wo kochendes Wasser durch das grobe Kaffeepulver im Kaffeesacke oder Trichter schnell durchläuft, wird kaum die Hälfte der wichtigen Kaffeebestandtheile ausgezogen. —

Unter den zahlreichen Kaffeesurrogaten verdient nur der Feigenkaffee Erwähnung (getrocknete und braungeröstete Feigen, die dem echten Kaffee, zu gleichen Theilen zugemischt, schöne Farbe und einen vielfach beliebten Geschmack verleihen); den Gebrauch unserer einheimischen Cichorie dagegen bezeichnet Erismann mit Recht als ein nationalökonomisches Unglück, indem er Leuten, die sich Milch oder Mehlsuppe anschaffen sollten, ein gemeines Spülwasser liefert, das nicht einmal den Gaumen reizt.

## Thee.

Der **Thee**, als Getränk, ist ein Aufguß von kochendem Wasser auf die getrockneten Blätter des camelienartigen Theestrauches (Thea chinensis), dessen Heimath China und Japan ist. Die gesammelten Blätter werden einige Augenblicke in kochendes Wasser getaucht, um ihnen einen Theil ihrer Schärfe zu benehmen und dann nach dem Abtropfen auf doppelte Weise getrocknet, entweder durch Trocknen bei gelinder Wärme oder durch starkes Erhitzen, letztere bilden den schwarzen, erstere den grünen Thee. Der schwarze Thee (Carawanen-, Pecco-, Souchon- und Congo-Thee) verhält sich sonach zum grünen (Kaiser-, Perl- und Hayson-Thee) wie Darrmalz zum Luftmalze. Nach einer anderen Angabe behält der grüne Thee seine Farbe, weil die frischen Theeblätter sehr rasch, im Laufe einer Stunde, gedörrt, gerollt und ausgetrocknet werden und auch das spätere Nachtrocknen rasch von Statten geht, während eine langsamere Manipulation, bei welcher die Blätter vor dem Rösten oft die ganze Nacht in dünnen Schichten der Luft ausgesetzt, naß im welken Zustand auf den Pfannen geröstet, dann wieder auf längere Zeit an die Luft gebracht und endlich langsam fertig geröstet werden, eine schwarze Farbe des Thee's erzeugt. Bei der Seereise verliert der Thee an Aroma; der auf dem Landwege (über Rußland) eingeführte Thee (Carawanenthee) wird daher höher geschätzt. — Die Bestandtheile des Thee's sind außer Wasser, Blattgrün und Cellulose noch: das schwach bittere Theïn (gegen 2 Proc.), welches dem Caffeïn ganz gleich mit Gerbsäure verbunden ist; ein flüssiges ätherisches Oel (½ bis 1 Proc.), welches dem Thee sein Arom und seinen Geschmack giebt; Eiweiß- oder Käsestoff (15 bis 20 Proc.), welcher durch Gerbsäure unlöslich in den Theeblättern zurückgehalten wird; Gummi und Salze (Kalk- und Kalisalze und etwas Bittererde und Eisen). Im grünen Thee befindet sich weit mehr ätherisches Oel als im schwarzen. — Die Wirkung des Thee's ist eine die Nerven stark erregende und theils vom Theïn, theils vom ätherischen Oele abhängige; des letzteren Bestandtheiles wegen ist sie stärker und vorübergehender als die des Kaffee's, und der grüne Thee

deshalb wirksamer als der schwarze. — Ein guter Theeaufguß muß das Theïn gehörig aufgelöst und doch auch das ätherische Oel in sich enthalten. Dies ist nur möglich, wenn der vorher in kaltem Wasser abgespülte Thee in dicht schließenden und erwärmten Kannen mit wenig stark kochendem Wasser aufgegossen gebrüht, nicht etwa gekocht und damit möglichst warm gestellt wird; erst nach fünf bis sechs Minuten gießt man eine größere Portion kochenden Wassers zu und läßt dann den Thee wieder einige Minuten ziehen.

Mit dem Thee werden eine Menge Manipulationen und Verfälschungen meistens schon vor seiner Ausfuhr aus China vorgenommen. So erhält er z. B. einen künstlichen Geruch, die „Blume", durch das sogen. Anduften, d. h. durch das Danebenlegen (nicht Einmischen) stark riechender Blüthen (von Rosen, Jasmin, Orangen, Oelbaum). — Die Farbe (besonders die hellgrüne) wurde früher durch ein Gemenge von Berlinerblau und Gyps, in welchen man den Thee beim letzten Rösten wälzte, erzeugt. Jetzt wird meistens Reißblei, Indigo, oder wohl gar eine aus Kupferoxyd mit Salmiakgeist bereitete Flüssigkeit dazu verwendet. — Auch aus den Abfällen verwelkter Blätter und dünnen Zweigstückchen des Thee's bereitet man in China zweierlei Thee. Mit Rinder- oder Schafblut und Fett zum dicken Brei angemacht und in Formen gepreßt, entsteht der Ziegelsteinthee, welcher im südlichen Rußland und in der Tartarei gebräuchlich ist; mit Reiswasser zusammengeklebt und in Körner gerollt der falsche Capern- oder Lügenthee. Der echte Capernthee besteht aus dem Pulver und Grus guter Theesorten, welches mit Gummi in Körnchen geformt ist und als „Staub und Gummi" bezeichnet wird. Auch aus bereits gebrauchten Theeblättern wird nochmals Thee hergerichtet.

Zur sicheren Prüfung einer Theesorte verfährt man so: es wird eine Probe davon in kaltes Wasser eingeweicht; ist es grüner Thee, so nehme man den einen Theil der Probe und forsche nach Kupfer, indem reiner Essig oder verdünnte Salzsäure zugetröpfelt und (wie bei der Kaffeefärbung) ein blankgescheuertes Messer hinein gestellt wird, welches bei der Anwesenheit von Kupfer roth anläuft. Indigo und Berliner Blau sind durch das Mikroskop zu erkennen und durch trockenes Schütteln oder Schütteln in kaltem Wasser zu entfernen. Vom andern Theile der Probe werden die aufgeweichten Blätter vorsichtig aus einander gefaltet und besichtigt: das echte Theeblatt muß von zartem Gewebe, länglich, klein und schmal, oben scharf, zugespitzt, am Rande tief eingekerbt, oben glatt und glänzend, von lebhaft grüner Farbe (beim grünen Thee) sein. Diese Probe ist deshalb nöthig, weil in China und bei uns Verfälschung mit anderen Blättern (von Weißdorn, Schlehe, Salbei, Weidenröschen) vorkommen. Einen Thee, in dessen Probe sich viele ungleiche, verschiedengestaltete Blätter befinden, muß man nicht kaufen. Die schlechteren, zusammengepreßten oder mit Gummi zusammengeklebten Theesorten zerfallen beim Einweichen ebenfalls in ihre Bestandtheile und lassen sich dann probiren. Eisensand, durch welchen man das Gewicht des Thee's vermehrt, kann mittelst eines Magners entdeckt werden. Eine andere gute Theeprobe ist das Verbrennen derselben: man schütte eine kleine, genau abgewogene Menge in einen Blechlöffel und halte denselben so lange über glühende Kohlen, bis der Thee völlig zu Asche zerfallen ist. Guter Thee läßt nur 5—6 Proc. zurück, während schlechte Sorten oft 30—40 Proc. Asche hinterlassen.

Paraguay- oder Maté-Thee besteht aus den schwach gerösteten und dann zerstoßenen Blättern und jüngeren Zweigen der Stechpalme von Paraguay (Ilex paraguaiensis). Er enthält wie der echte Thee Theïn (4 Proc.) und stellt geröstet ein bräunlich-grünes, grobes Pulver von lohartigem Geruch

dar. Der wässerige Aufguß ist bräunlich und schmeckt wegen eines stark brenzlichen Beigeschmackes bitter und herbe, seine Wirkung ist ganz der des chinesischen Thee's ähnlich, wodurch er sich auch bei uns als billiges und vorzügliches Genußmittel für die ärmeren Classen eignen würde. Das ganze südliche Brasilien, die La Plata-Staaten und Chile bedienen sich seiner zum täglichen Getränk.

## Chocolade.

**Chocolade** ist ein künstliches Fabrikat aus gerösteten und fein pulverisirten Cacaobohnen mit Zucker und Gewürzen (Vanille, Zimmt. — Die Cacaobohnen stammen von dem in Mexiko, Guyana und den Antillen heimischen Cacaobaum (Theobroma cacao) mit gurkenähnlicher Frucht, die in einem weißlichen, wohlschmeckenden Fleische 25 Kerne (Bohnen) enthält. Diese Bohnen, von einer Schale umgeben, bestehen größtentheils (zu 40—50 Proc.) aus einem eigenthümlichen, mildschmeckenden, festen Fette (Cacaobutter), und viel Eiweiß (14—18 Proc.), sowie aus Stärkemehl, Dextrin, Cellulose, Gerbstoff und einem dem Theïn und Caffeïn ähnlichen schwach bittern Stoffe, Theobromin (1—1,5 Proc.) genannt, welches wie diese zu den Alkaloiden gehört und ebenfalls, zumal in Verbindung mit den Gewürzen, als Erregungsmittel wirkt. Wegen ihrer erregenden Wirkung wird die Chocolade zu den Genußmitteln gezählt, sie ist aber auch wegen ihres Gehaltes an Zucker, Fett und Eiweiß ein gutes Nahrungsmittel, welches für Reisen und Expeditionen, sowie im Felde seiner Haltbarkeit und Concentration wegen hohen Werth besitzt.

Die Zubereitung des Cacao's besteht in Rösten, Entschalen und Zerreiben der entschalten Bohnen in einem erwärmten Reibapparate, wobei das Mehl der Bohnen mit dem flüssig gewordenen Fett einen teigigen Brei bildet, der in den Formen zu Tafeln erstarrt. Durch stärkeres Rösten verwandelt sich das Stärkemehl in Dextrin, das Fett in Fettsäuren und zugleich entwickelt sich ein brenzlich-aromatischer Stoff. Zur Bereitung der italienischen (schwarzbraunen, gewürziger und bittrer schmeckenden) Chocolade werden nur stark geröstete Bohnen verwendet, zur spanischen (braunrothen mildschmeckenden) dagegen wenig geröstete. — Durch Zusatz von Milch und Ei wird die Nahrhaftigkeit der Chocolade sehr erhöht.

Eine gute käufliche Chocolade soll eine gleichmäßig dunkle röthlich-braune Farbe besitzen, frisch und angenehm schmecken, weder widerlich süß noch ranzig riechen, auf der Zunge leicht und ohne Rückstand schmelzen; beim Kochen soll sie nicht schleimige kleisterartige Klumpen, sondern eine gleichmäßige, nicht schleimige Flüssigkeit bilden. — Wegen des reichlichen Fettgehaltes des Cacao's ist für schwache Verdauungsorgane mehr der entölte Cacao zu empfehlen. Die Chocolade wird häufig mit Mehl, Stärke, Reismehl, gebrannten Erdmandeln, Eicheln, Orleanfarbstoff, Storax, Benzoë und dergl. verfälscht. Die sogen. Racahouts bestehen aus Cacao, Salep, Arowroot oder Reismehl und Zucker und haben als Nährmittel keinen besondern, ihrem hohen Preis entsprechenden Werth.

## Fleischbrühe.

Die bereits beim Fleische (s. S. 452) besprochene Fleischbrühe, deren Werth als Nahrungsmittel verschwindend klein ist, ist eines der werthvollsten Genußmittel. Liebig sagt über die Wirkung derselben: „Eine Tasse Fleischbrühe hat häufig eine kräftigende Wirkung, nicht darum, weil ihre Bestandtheile Kraft erzeugen, wo keine ist, sondern weil sie auf unsere Nerven so wirken, daß wir der vorhandenen Kraft bewußt werden und empfinden, daß die Kraft verfügbar ist.“ Der hohe Werth der Fleischbrühe wird dadurch, daß man sie nicht zu den Nahrungsmitteln, sondern zu den Genußmitteln zählt, gewiß nicht im Geringsten herabgesetzt; auch im größten Ueberfluß an frischem und gutem Fleisch wird man doch der belebenden und anregenden Fleischbrühe nicht entbehren mögen, so wenig man auf den Wein verzichten wird, der ja auch nicht zu den Nahrungsmitteln zählt.

## Tabak.

Zu den Genußmitteln gehört auch der Tabak, welcher bekanntlich aus den Blättern der zu den Solaneen gehörenden Tabakspflanze (Nicotiana tabacum) bereitet wird. Der Tabak äußert, je nachdem er geraucht, geschnupft oder gekaut wird, seine Wirkung zunächst auf das Geschmacks- und Geruchsorgan, weiterhin auf die Verdauungs- und Athmungsorgane und schließlich auf das Nervensystem, dieses anfangs erregend, dann aber betäubend durch seinen Gehalt an Nicotin (d. i. eine sehr giftige organische Base, welche die Pupille verengert und ein starkes Erregungsmittel für die Darmbewegung ist und so die Darmentleerung befördert, aber schon in kleinsten Mengen Erbrechen, Schwindel, Gliederzittern, Durchfall, Krämpfe und tiefe Betäubung hervorrufen kann). Bei fortgesetzter Einwirkung gewöhnt sich der Körper bekanntlich leicht an das Gift des Tabaks. Die giftigen Substanzen (Nicotin, Pyridin, Picolin u. a.) sind in den verschiedenen Tabaksorten in verschiedenen Mengen enthalten; ordinärer Tabak enthält 7—8, feinster Habanatabak gegen 2 Proc. Nicotin; ein Theil der Giftstoffe wird bei der kunstgerechten Zubereitung der Tabaksblätter durch Beizen ausgezogen oder durch Gährung zerstört. Gegen einen mäßigen Genuß des Tabaks seitens Erwachsener hat die Gesundheitslehre nichts einzuwenden. Am häufigsten zieht der Tabak beim Rauchen und Kauen durch Verschlucken der Sauce Magenkatarrhe, durch Einathmen des Rauches Katarrhe im Athmungsapparate nach sich. Er ist deshalb bei allen Affectionen mit Husten und bei verdorbenem Magen zu vermeiden. Unmäßiger Tabaksgenuß kann eine Reihe

von krankhaften Erscheinungen, wie Herzklopfen, Gliederzittern und Muskelschwäche, allgemeine Aufregung des Nervensystems, ja selbst fortschreitende Lähmung und Blindheit zur Folge haben. Um die betäubende Wirkung des Tabaks zu mildern, reicht man am besten Pflanzensäuren und starken Kaffee. — Durch Verpackung des Schnupftabaks in bleihaltigen Staniol kann Bleivergiftung veranlaßt werden (östreichischer Albanier). Ebenso können mit Bleiweiß lackirte Cigarrenspitzen gesundheitsschädlich werden.

Die hervorragende Bedeutung des Tabaks als Genußmittel faßt Geigel in den Worten zusammen: „Wenn der Mann unter den Entbehrungen und Nöthen, denen er im wechselvollen Kampfe um das Dasein ausgesetzt ist, Trost bei der Pfeife oder Cigarre findet, so wirkt diese ähnlich der traumhaft fortlebenden, einst so vertrauensvoll vernommenen Mutterstimme, die zwar Schmerz, Hunger und Durst des Kindes für den Augenblick vielleicht nicht wirklich zu stillen, sicher aber freundlich zu beschwichtigen vermochte. Und von diesem Standpunkte aus erscheint uns auch der Tabak keine Tollheit, vielmehr als eine nicht zu verachtende Bereicherung der Genußmittel, deren Aufgabe es ist, das Wohlbefinden und die Arbeitsfähigkeit des Menschen zu derjenigen Höhe zu steigern, welche seine durchaus prekäre Stellung auf dieser Welt nur zu gebieterisch verlangt, aber die Nahrung für sich allein nicht zu leisten vermag."

## Schädliches in den Nahrungs- und den Genußmitteln.

In Speise und Trank, sowie in den meisten Genußmitteln können sich (wie bei den einzelnen Nahrungs- und Genußmitteln angegeben wurde) Stoffe vorfinden, welche unserem Körper mehr oder weniger Nachtheil bringen. Ihre Kenntniß ist zur Bewahrung der Gesundheit unumgänglich nöthig. Ganz besonders haben wir unsere Aufmerksamkeit in dieser Hinsicht zu richten: auf Gifte, feste fremde Körper, auf Thiere und Thiereier.

**Gifte** (d. s. solche unorganische oder organische Stoffe, welche nicht allein ungeeignet sind, unserem Körper als Ersatzmittel zu dienen, sondern schon in kleiner Menge auf denselben schädliche und zerstörende Wirkung ausüben) werden bisweilen durch Unvorsichtigkeit oder auch wohl aus Vorsatz in den Magen eingeführt und rufen dann entweder sofort gefährliche und tödtliche Erscheinungen hervor (d. i. die heftige oder acute Vergiftung), oder sie werden von den Verdauungsorganen aus in das Blut geführt und ziehen dadurch eine langdauernde Verschlechterung der ganzen Ernährung nach sich (d. i. die schleichende oder chronische Vergiftung). Die Erscheinungen bei Vergiftungen sind nach Art des Giftes, nach der Menge desselben, dem Grade und der Dauer seiner Wirkung sowie nach individuellen Verhältnissen sehr verschieden.

Die Nahrungs- und Genußmittel können schädliche, giftige Eigenschaften bekommen: durch Bildung giftiger Substanzen in den-

selben, wie: beim Wurst- und Käsegift (s. S. 457 u. 449), beim Keimen der Kartoffeln (s. S. 480); — durch den Gehalt an Parasiten (Trichinen und Finnen besonders im Schweinefleische, s. S. 465); dadurch, daß sie von kranken oder vergifteten Thieren stammen (s. S. 444, 466 u. 467); — durch die Geräthschaften (s. S. 514), welche beim Bereiten und Aufbewahren derselben verwendet werden; — durch Beimischung giftiger Substanzen, wie von mineralischen Giften (giftigen Farben, z. B. arsenikhaltigem Anilin; Rattengift, Arsenik, Phosphor), und von Pflanzengiften (das Mutterkorn im Getreide, giftige Pilze, Schierling; s. S. 476, 482 u. 484), bei Verfälschungen (z. B. des Thee's, des Mehles, der Fruchtsäfte u. s. w.). Weiteres siehe bei den einzelnen Nahrungsstoffen und später bei den Giften.

**Fremde Körper**, welche bisweilen unversehens mit den Speisen und Getränken oder wohl auch aus Unvorsichtigkeit und Uebermuth verschluckt werden, können, wenn sie spitzig oder von größerem Umfange sind, sehr bedeutenden Nachtheil dadurch erzeugen, daß sie die Verdauungsorgane verletzen, durchbohren, entzünden, verstopfen. Wie solche Körper entfernt werden, wird später besprochen werden. — Die schlechte Sitte, Kirsch- und andere Kerne zu verschlucken, hat schon öfters den Tod gebracht und zwar in Folge der Verschwärung des Wurmfortsatzes am Blinddarme und dadurch bedingter tödtlicher Bauchfellentzündung. — **Thiere und Thiereier** gelangen sehr häufig mit den Speisen und Getränken in den Verdauungsapparat und gehen hier entweder früher oder später unter oder sie bilden sich, wie die Eingeweidewürmer, mehr oder weniger aus und vermehren sich (s. S. 465 und später bei Parasiten). — Alle Beobachtungen, daß lebende Amphibien (Eidechsen, Schlangen, Frösche, Kröten) längere Zeit im Körper des Menschen sich aufgehalten, sind falsch, denn die feuchte Wärme des Magens und die Einwirkung des sauren Magensaftes tödtet dieselben binnen kürzester Frist, und werden sie nicht ausgebrochen, so werden sie, mehr oder weniger verdaut, mit dem Stuhle entfernt.

## Nährwerth der Nahrungsmittel.

### Ausnützung; Verdaulichkeit.

Der Nährwerth der Nahrungsmittel richtet sich im Allgemeinen nach ihrem Gehalte an Nahrungsstoffen; je mehr sie von diesen enthalten, desto nahrhafter sind sie und umgekehrt. Insofern sind also Milch, Fleisch (mit Fett), Blut, Ei, Getreidesamen (Mehlspeisen) und Hülsenfrüchte die nahrhaftesten Nahrungsmittel, während Kartoffeln, Gemüse und Obst nur wenig Nahrhaftes besitzen. Unserem Körper kann nun aber ein Nahrungsmittel nur dann nützen, wenn die in ihm enthaltenen Nahrungsstoffe in möglichst großer Menge verdaut und in's Blut geschafft werden können. Sonach richtet sich der Nahrungswerth

eines Nahrungsmittels stets auch noch nach dem Grade seiner Verdaulichkeit, oder mit anderen Worten: die chemische Zusammensetzung bestimmt nicht allein den Nährwerth eines Nahrungsmittels; der Organismus muß erst durch das Experiment, durch sogen. Ausnützungsversuche (s. S. 417) befragt werden, ob dem chemischen Nährwerth, d. h. dem Gehalte an Nahrungsstoffen, auch der physiologische Nährwerth entspricht, d. h ob die in dem betreffenden Nahrungsmittel enthaltenen Nahrungsstoffe auch von dem Darme aus in die Säfte (Speisesaft, Blut) übergehen können (resorbirt oder assimilirt werden) und in welcher Menge und Zeit dies geschieht. Je schneller ein Nahrungsmittel in den Verdauungssäften gelöst und im Darme aufgesogen wird, desto verdaulicher ist es und umgekehrt. Im Allgemeinen sind die am leichtesten verdaulichen Speisen in 1—3 Stunden, die leicht verdaulichen in 3—6 Stunden, die schwer verdaulichen in 8—10 Stunden verdaut. Zucker und Fett in mäßigen Mengen genossen, werden schnell und ziemlich vollständig resorbirt. Die thierischen Nahrungsmittel werden im Allgemeinen (zumal wenn sie in breiiger und weicher Form, gut gekaut genossen werden) schneller und vollständiger verdaut, als die viele unlösliche Bestandtheile enthaltenden pflanzlichen Nahrungsmittel. Bei dem Genuß der letzteren wird in der Regel viel unverwendetes Eiweiß und Stärkemehl mit dem Kothe ausgeschieden. Dies kommt daher, daß das Stärkemehl und Eiweiß nicht nur zum Theil in den schwer verdaulichen, im älteren Zustande sogar unverdaulichen Pflanzenzellstoff (Cellulose) eingeschlossen ist, sondern, daß auch das erstere im Darme, besonders in Form von Brod, leicht in saure Gährung übergeht; die letztere aber führt zu einer rascheren Entleerung des Darmes und verhindert dadurch die gehörige Ausnützung, zu welcher eine gewisse Zeit erforderlich ist.

Ueber die Ausnützung und Verdaulichkeit der Nahrungsmittel lassen sich im Allgemeinen folgende Regeln aufstellen:

1) Die Nahrungsmittel sind um so verdaulicher, je flüssiger und leichter löslich sie im Wasser und in den Verdauungssäften (im Mund- und Bauchspeichel, Magen- und Darmsafte, in der Galle) sind. Am schnellsten werden deshalb Wasser, Zucker und die Ernährungssalze in's Blut gebracht; weiche und fein zertheilte Eiweißstoffe verdaut man schneller als feste; fein zertheiltes Fett ist viel verdaulicher als Fett in größeren Klumpen; das Fleisch junger Thiere und gut gekochtes und gebratenes Fleisch ist besser zu verdauen als hartes Fleisch und das alter Thiere, sowie geräuchertes und eingepökeltes; klein geschnittenes und tüchtig zerkautes Fleisch ist verdaulicher als Fleisch in größeren Stücken; das Eiweiß im Fleisch wird vollständiger und rascher verdaut als das im Mehl; mechanisch fein bearbeitete pflanzliche Nahrungsmittel (Mehl, Gries), sowie diejenigen, deren Zellhüllen durch Kochen und Backen zertrümmert sind, werden besser

ausgenützt, als wenn sie in ganzen Körnern (Getreide, Hülsenfrüchte) oder in größeren Stücken genossen werden. So werden Kartoffelmus und -Suppe leichter und vollständiger verdaut wie ganze Kartoffeln, durchgeschlagene Hülsenfrüchte leichter wie nicht durchgeschlagene, die den Darm theilweise unverändert passiren.

2) Die verdaulichen Nahrungsmittel werden um so besser verdaut, je reichlicher die Menge der nothwendigen Verdauungsflüssigkeit vorhanden ist. Deshalb wird Stärke um so besser verdaut, je mehr Mund- und Bauchspeichel, Eiweißstoffe um so schneller, je mehr Magen- und Darmsaft, sowie Bauchspeichel abgesondert wird; Fette um so besser, je mehr sie durch Galle, Bauchspeichel und Darmsaft zertheilt (vermilcht, emulgirt) werden. Deshalb wirkt auch die mäßige Verdünnung der Verdauungssäfte durch Wasser auf die Verdauung befördernd, und man verdaut schneller, wenn man nur kleinere Portionen Nahrungsmittel auf einmal genießt, oder wenn durch Salz und Gewürze, mäßige Mengen von Spirituosen sowie durch Wohlgeschmack und appetitliches Aussehen der Speisen die Absonderung dieser Säfte vermehrt wird. Tüchtiges Kauen begünstigt gleichfalls die Speichelabsonderung und damit auch die Verdauung.

3) Die Speisen sind um so verdaulicher, je leichter die Verdauungssäfte in sie hineindringen können. Werden die Nahrungsmittel mit unverdaulichen oder für wässerige Flüssigkeiten schwer durchdringlichen Substanzen umgeben (wie mit einer dickeren Fettschicht, dicken Zellenwänden und Schalen, Hülsen), dann werden sie schwer verdaulich und können nicht vollkommen ausgenützt werden; poröse Stoffe werden aus diesem Grunde im Allgemeinen viel leichter verdaut als compacte. Deshalb ist z. B. feste speckige Brodkrume (frisches Brod) schwerer verdaulich als lockere, feinblasige; harter Käse schwerer zu verdauen als lockerer, sehr fette Speisen weit schlechter als mäßig fette; gut gekaute Speisen besser als schlecht gekaute und dergl. mehr.

4) Die Ausnützung der Nahrungsmittel wird außerdem noch begünstigt: durch das längere Verweilen (etwa 18 Stunden) der Nahrung in dem Darme; durch zweckmäßige Vertheilung der für 24 Stunden nothwendigen Nahrung auf mehrere Mahlzeiten, die so weit auseinander liegen, daß die Magenverdauung von einer zur anderen vollkommen beendigt ist, der Speisebrei also den Magen verlassen hat, und die Verdauungsnerven und Drüsen der Mund- und Magenhöhle durch Ruhe zu neuem Thätigsein geschickt geworden sind.

Gestützt auf die chemische Analyse, nach welcher das Kleienbrod reicher an Eiweißstoffen ist als das aus Mehl ohne Kleie gebackene, hielt man Kleienbrod für besonders nahrhaft. Die Ausnützungsversuche des Dr. Meyer haben aber ergeben, daß der physiologische Nährwerth dem chemischen Nährwerth des Kleienbrodes nicht entspricht. Bei Aufnahme von 736 Gramm Semmel

wurden nämlich 20 Proc. Eiweiß und 6 Proc. Stärkemehl im Kothe entfernt; bei Aufnahme von 757 Gramm Pumpernickel 42 Proc. Eiweiß und 19 Proc. Stärkemehl.

Dr. Strümpell, der mit Leguminose (s. S. 478) und auf gewöhnliche Art gekochten (nicht durchgeschlagenen) Linsen vergleichende Ausnützungsversuche anstellte, fand, daß nur 10 Proc. der in der genossenen Leguminose enthaltenen Eiweißsubstanzen nicht resorbirt wurden, während trotz des hohen chemischen Nährwerths der Linsen 40 Proc. der in ihnen enthaltenen Eiweißsubstanzen unverdaut wieder den Darm verließen. Die Linsen liefern also ein viermal so ungünstiges Verhältniß, als das feine Mehl. Daraus folgt, daß der Genuß nicht durchgeschlagener Hülsenfrüchte einer Verschwendung gleichkommt.

Wird die gesammte Fleischmenge, deren ein erwachsener Mensch zur Bestreitung seines Stoff- und Kraftverbrauches in 24 Stunden bedarf, in einer Mahlzeit eingeführt, so werden nur 88 Proc. wirklich aufgenommen, 12 Proc. gehen unverändert mit dem Kothe ab; wird dieselbe Menge aber auf drei Mahlzeiten vertheilt, die 4—6 Stunden auseinander liegen, so steigt die Aufnahme bis auf 95 Proc. Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich bezüglich der Ausnützung des Fettes und Stärkemehls. Am vollständigsten wird diejenige Nahrung ausgenützt, welche die verdaulichen stickstoffhaltigen (Eiweißsubstanzen) und stickstofffreien (Fette und Kohlenhydrate) Nahrungsstoffe im richtigen Verhältniß (s. S. 515) enthält.

## Thierische, pflanzliche oder gemischte Kost?

Der Mensch, welcher hinsichtlich seiner Verdauungswerkzeuge zwischen dem Pflanzen- und Fleischfresser steht, ist ein Omnivore (Allesesser). Er kann sich zwar ebensowohl mit thierischer wie mit pflanzlicher Kost ernähren, wählt aber am zweckmäßigsten eine aus thierischen und pflanzlichen Substanzen gemischte Kost. Die thierischen Nahrungsmittel, besonders das fettarme Fleisch, enthalten im Allgemeinen zu wenig Kohlenstoff (Fett, Kohlenhydrate). Selbst die Milch, die für den Säugling die zweckmäßigste Nahrung ist, enthält für den arbeitenden Mann zu wenig Kohlenstoff; genießt man genügend Milch, um den Bedarf an Kohlenstoff zu decken, so führt man zu viel Eiweiß ein. Dasselbe findet statt, wenn man sich (wie es bei Jagdvölkern zeitweise der Fall ist) ausschließlich von fettarmem Fleische ernährt. Die pflanzlichen Nahrungsmittel enthalten die gleichen Nahrungsstoffe wie die thierischen, nur ist meist ein Ueberschuß an Kohlenstoff (Stärkemehl) vorhanden, weshalb bei ausschließlicher Pflanzenkost soviel überflüssiger Kohlenstoff in den Organismus eingeführt wird, daß derselbe nicht völlig zu Kohlensäure verbrennt, sondern als überflüssiges Fett in der Leber und anderen Organen abgelagert wird. Trotzdem kann man bei passender Auswahl aus den pflanzlichen Nahrungsmitteln (besonders Mehl, welches von allen Nahrungsmitteln der richtigen Mischung aus stickstoffhaltigen und stickstofffreien Nahrungsstoffen am nächsten kommt), mit Zusatz von Fett (das Olivenöl ersetzt bekanntlich im

Süden Europas die Butter) eine richtig gemischte Nahrung zusammenstellen; freilich ist eine derartige Kost durchaus keine zweckmäßige Nahrung, denn sie wird nicht nur unvollständig ausgenützt, sondern sie überbürdet auch den Darm mit unnöthigem Ballast; nur von ganz kräftigen Naturen kann die große Masse der Vegetabilien vertragen werden. Durch die schlechte Ausnützung findet zugleich eine große Verschwendung an Nahrungsstoffen statt. Besonders von Brod und Kartoffeln müssen enorme Mengen genossen werden, wenn sie den Hauptbestandtheil der Nahrung bilden. Etwas günstiger gestalten sich die Verhältnisse, wenn — wie dies auch die meisten der sogen. Vegetarianer thun — zu dieser rein pflanzlichen Nahrung noch Milch, Butter, Käse, Eier, Honig genossen werden. Die thierischen Nahrungsmittel, besonders das Fleisch, werden dagegen viel vollständiger und in kürzerer Zeit ausgenützt als die Vegetabilien. Kein Nahrungsmittel führt uns so leicht Eiweiß zu als das Fleisch. Mit Recht bezahlen wir daher für pflanzliche Nahrungsmittel verhältnißmäßig weniger, als für thierische. Alle Völker, welche sich vorzüglich von Vegetabilien nähren, genießen noch eiweißreiche dem Fleische entsprechende Substanzen, die meistens aus dem Thierreiche (Käse, Sauermilch, Buttermilch, Fische) mitunter aber auch aus dem Pflanzenreiche stammen (Erbsenkäse der Chinesen, Bohnensulze der Japanesen).

Am zweckmäßigsten ist es, wie die Erfahrung zeigt, einen Theil des Eiweißes in Form von Fleisch und einen Theil des nöthigen Kohlenstoffs in Form von Fett zu genießen und nur so viel Eiweiß und Stärkemehl (Kohlenstoff) in vegetabilischen Nahrungsmitteln aufzunehmen, als ohne zu große Belastung des Darmes geschehen kann. Ein stark arbeitender Mensch braucht (neben einer großen Menge stickstofffreier Nahrungsstoffe) viel Eiweiß zur Erhaltung seiner stark entwickelten Muskeln; im Allgemeinen steigt daher mit der Größe der Arbeit die Größe des Fleischverbrauchs. In manchen Gegenden (Oberbayern, Schwaben) wird allerdings von der stark arbeitenden Landbevölkerung eine fast ausschließlich vegetabilische Kost (hauptsächlich fette Mehlspeisen, Sauerkraut, getrocknetes Obst) genossen, aber diese Nahrung kann keine richtige genannt werden, weil sie durch die schlechte Ausnützung zur Verschwendung von Nahrungsmitteln führt und den Körper mit unnöthiger Verdauungsarbeit belastet. *Nur durch eine zweckmäßige Mischung pflanzlicher und thierischer Nahrungsstoffe* ist es möglich eine Nahrung herzustellen, die mit der geringsten Menge der einzelnen Nahrungsstoffe den Körper auf seinem Bestand erhält, während jede *einseitige*, sei es thierische oder pflanzliche Kost, eine *Verschwendung von Nahrungsmaterial* und einen *überflüssigen Aufwand von Verdauungsarbeit* zur Folge hat.

Bei *reiner Fleischnahrung* sind große Mengen von Sauerstoff erforderlich, um das genossene Eiweiß und Fett zu Kohlensäure und Wasser zu

verbrennen; läßt man es bei ihr an der nöthigen Sauerstoffzufuhr fehlen (bei mangelnder Bewegung im Freien und sitzender Lebensweise), so kann das Blut zu reich an eiweißstoffigen Materien und deshalb geneigt zur Vollblütigkeit, Congestionen, Entzündungen, Gicht (Harnsäurebildung) und zur Bildung harnsaurer Steine werden. Man bedient sich einer vorzugsweise thierischen Kost in solchen Fällen, wo die heruntergekommene Ernährung, zumal bei Schwäche der Verdauungsorgane, in die Höhe gebracht werden soll (besonders also bei Blutarmen, Bleichsüchtigen, Schwindsüchtigen, Reconvalescenten aller Art und raschem Wachsthum). — Die ausschließliche Pflanzenkost belästigt zuvörderst durch die Menge ihrer unverdaulichen Bestandtheile die Verdauungsorgane und erzeugt leicht Stuhlträgheit und Unterleibsstockungen, sowie sie ein Blut bilden hilft, welchem die zur richtigen Ernährung des Körpers nöthige Menge von Eiweißsubstanzen fehlt. Als Kur kann sie, zumal die Obstkur, bei Vollblütigkeit, Congestionen, Gicht und ähnlichen Zuständen dienen.

Die pflanzlichen Nahrungsmittel sind deshalb weit schwerer verdaulich als die thierischen, weil ihre Nahrungsstoffe (besonders Stärke, Kleber und Legumin) meist in unverdauliche, schwer durchdringliche, aus Cellulose bestehende Zellen eingeschlossen sind. Durch Mahlen, Kochen und Backen kann man dieselben zersprengen und dadurch die Pflanzennahrungsmittel verdaulicher machen. Zu Mus zerkochte (durchgeschlagene) Hülsenfrüchte werden fast so vollständig wie das Fleisch ausgenützt. Bei den Pflanzenfressern, denen auch die für die Ernährung des Menschen unbrauchbare ältere Cellulose (Heu) als Nahrung dient, ist der Verdauungskanal auch weit länger und anders eingerichtet als beim Menschen (s. S. 281). Das meist sehr große Volumen der Vegetabilien erschwert ferner die Verdauung und belastet die Verdauungsorgane in hohem Grade (z. B. beim Verzehren großer Massen von Kartoffeln). Endlich findet bei manchen Formen, in denen wir die pflanzlichen Nahrungsmittel genießen, im Darme eine saure Gährung statt, durch welche eine zu zeitige Entleerung der sehr unvollständig ausgenützten Massen bewirkt wird. Prof. Hofmann hat gefunden, daß bei einer rein vegetabilischen Nahrung (Brod, Kartoffeln, Linsen, Bier) 47 Proc. des in der Nahrung enthaltenen Eiweißes im Kothe ungenützt austraten, während der Koth nur 17 Proc. des verzehrten Eiweißes enthielt, als derselbe Mann in thierischer Kost ebenso viel Eiweiß und statt des Stärkemehls sein Aequivalent Fett bekam. Es wurde also im letztern Falle, trotz gleicher Menge des genossenen Eiweißes, doppelt soviel Eiweiß im Darme aufgesogen. Nach Pettenkofer und Voit werden bei gemischter Kost nur 12 Proc. des Eiweißes im Kothe ausgeschieden.

Völker, die hauptsächlich von Pflanzenkost leben, sind unkräftig, sanft und sklavischen Sinnes, während Völker, die vorzugsweise Fleischnahrung genießen, kriegerisch und freiheitliebend sind. Die schlechten Erfolge einer Ernährung, bei der die Kartoffel die Hauptrolle spielt, wie dies in Irland und manchen Gegenden Mittel- und Norddeutschlands der Fall ist, sind bekannt. Völker, die angeblich nur von Pflanzennahrung leben sollen, genießen aber daneben fast stets noch thierische Nahrungsstoffe. So genießen die Elsässer Bauern zu ihren Kartoffeln viel dicke Milch, und das Ora der Umwohner von Quito (in den Anden) besteht nicht blos aus Kartoffeln, sondern wird mit viel Käse gekocht. Die Irländer und die armen Bewohner des Erzgebirges genießen zu ihren Kartoffeln saure Milch, Buttermilch oder Heringe; der italienische Arbeiter zu seiner Polenta (aus Maismehl) Käse; die chinesischen Arbeiter zu ihrem Reis Fische, Schweine-, Rind- und Schöpsenfleisch. Unsere jetzigen Vegetarianer sind auch durchaus keine reinen Pflanzenesser, denn sie genießen Stoffe von lebenden Thieren (während sie die getödteter Thiere verwerfen), wie Milch, Honig, Butter, Käse und Manche auch Eier. — Man beantworte sich übrigens auch einmal die Frage: Wenn, wie die sogen. Vegetarianer wollen, keine

Thiere zum Zwecke der Ernährung des Menschen getödtet werden dürften, wo kämen dann für Menschen und Thiere die nothwendigen Nahrungspflanzen her und was sollte dann mit den pflanzenfressenden Thieren werden? Und alle Pflanzenfresser (wie Schafe, Pferde ꝛc.) auszurotten, dürfte doch wohl eine unberechenbare Störung im Haushalte der Natur und der menschlichen Gesellschaft verursachen. Uebrigens lehrt auch die Geschichte, daß die Völker, welchen die höchsten Leistungen des Menschengeschlechts zukommen, von gemischter Kost lebten und leben.

## Zubereitung der Nahrung.

### Abwechselung in der Kost.

Einförmige Kost, selbst wenn sie die gehörige Menge von Nahrungsstoffen enthält, pflegt, wie die Erfahrung zeigt, nicht zu bekommen. Wenn man auch einige Zeit hindurch eine solche Kost ganz leidlich findet, so stumpft sich späterhin die Empfindung dafür ab, sie schmeckt nicht mehr und widert uns endlich an. Je ausgesprochener übrigens der Geschmack einer Speise, desto rascher wird sie uns zuwider. Nur solche Nahrungsmittel können wir täglich und in größerer Quantität verzehren, die, wie z. B. Brod und Kartoffeln, einen wenig markirten Geschmack besitzen. Daß eine gewisse Mannigfaltigkeit und Abwechselung in den Nahrungsmitteln ein wirkliches Bedürfniß ist, beweisen am schlagendsten die in Gefängnissen gemachten Erfahrungen. Die Gefangenenkost bietet außerordentlich wenig Abwechselung und besitzt selten einen hervorstechenden Geschmack. Die Leute bekommen trotz lebhaften Hungers nach und nach einen so heftigen Ekel davor, daß schon beim Anblick und Riechen derselben Würgbewegungen eintreten. Durch eine zweckmäßige Anwendung der Genußmittel, besonders der Gewürze (s. S. 487), läßt sich sehr leicht Abwechselung in den Geschmack der Speisen bringen. Auch die verschiedenen Salate, grünen Gemüse und das gekochte Obst, denen ein bedeutender Nährwerth nicht zukommt, wirken als Genußmittel. Die Herstellung einer schmackhaften appetitlichen Kost, die sorgfältige Zubereitung der Speisen hat demnach ihre wissenschaftliche Berechtigung; es ist erwiesen, daß durch die angenehme Empfindung, die gut schmeckende Speisen hervorbringen, die Verdaulichkeit derselben erhöht wird, weil dadurch reflectorisch eine reichlichere Absonderung der Verdauungssäfte bewirkt wird, wie schon das Zusammenlaufen des Speichels im Munde beweist. An Hunden mit künstlich angelegten Magenfisteln kann man beobachten, daß plötzlich Magensaft hervorquillt, wenn man dem nüchternen Thiere ein Stück Fleisch vorhält. Wie Alles, so kann selbstverständlich auch die Anwendung der Genußmittel übertrieben werden; besonders hüte man sich, Kindern eine unnatürliche Verfeinerung des Geschmackssinnes anzugewöhnen.

Die **künstliche Zubereitung** der Nahrungsmittel, welche die Hauptaufgabe der Kochkunst darstellt, kann ebenso den Nährwerth, wie die Verdaulichkeit jener verbessern oder verschlechtern. Denn obschon einige Nahrungsmittel unmittelbar so, wie sie uns die Natur liefert, genossen werden können, so verlangen doch die allermeisten vorher eine besondere Zubereitung und zwar theils zur Verbesserung ihres Geschmacks und Geruchs, theils um dieselben verdaulicher und nahrhafter zu machen. Am gewöhnlichsten bedient man sich zu diesem Zwecke der Wärme und zwar vorzugsweise beim Kochen*) und Anbrühen thierischer und pflanzlicher Nahrungsmittel mit Wasser oder anderen Flüssigkeiten. Im Allgemeinen wird dadurch die Substanz der Nahrungsmittel weicher und zum Theil ausgelaugt (d. h. ihrer löslichen Materien beraubt); Fasern trennen sich leichter von einander, Zellen und Stärkekörnchen zerplatzen; manche Substanzen lösen sich ganz auf, während Eiweiß fest wird (gerinnt); flüchtige Stoffe (scharfe, ätherisch-ölige) verflüchtigen sich.

Das Dämpfen (des Fleisches, der Kartoffeln und Gemüse) besteht in Erweichen und Gahrmachen der Speisen durch Einwirkung des heißen Wasserdampfes. Das Dämpfen hat vor dem Kochen den Vorzug, daß dadurch die Nahrungsmittel nicht so viel an Säften verlieren, nicht so ausgelaugt werden; sie bleiben saftiger und nahrhafter, ohne weniger verdaulich zu sein. Wendet man beim Dämpfen zugleich fette Substanzen an, so heißt dies Schmoren, und dieses kann des Fettes wegen die Speisen nahrhafter, aber etwas weniger gut verdaulich machen. Durch Einwirkung stärkerer Hitzegrade (über dem Siedepunkte) kommt das Braten und Rösten zu Stande, wobei die äußerste Schicht des Fleischsaftes gerinnt und nach und nach die äußeren Fleischfasern sich zu einer Kruste umwandeln, welche dem Fleischsafte das Ausfließen erschwert. Außerdem färbt sich der ausgeschwitzte Fleischsaft sowie das übergossene Fett bei weiterem Eindampfen braun, und es bilden sich durch die Einwirkung der Hitze brenzliche (empyreumatische) und aromatische Stoffe, wodurch der eigenthümliche Geruch und Geschmack des Bratens, sowie der Bratenbrühe (Sauce) entsteht. Durch kurzes Braten in heißer Butter (welche das Ausfließen des Fleischsaftes verhindert) bereitet man die Beefsteaks, Cotelettes und manche Mehlspeisen (Pfannen- und Eierkuchen). — Die Gährung

*) Das **Kochen**, bei welchem das Wasser im gewöhnlichen Topfe nie heißer als 80° R. oder 100° C. wird, ist nichts weiter als ein durch Temperaturerhöhung veranlaßter Uebergang tropfbarer Flüssigkeiten in den luftförmigen Zustand (in Dämpfe), wobei die ganze Masse in zischende und wallende Bewegung versetzt wird. Drückt nun die äußere Atmosphäre schwer auf die Oberfläche des Wassers im Topfe, so hindert sie durch ihren Druck das Aufwallen des Wassers und dieses muß, um zu kochen, bei schwerem Luftdrucke mehr Hitze in sich aufnehmen, als bei gelindem Drucke. In tiefen Thälern, wo die Luft schwerer drückt, kocht das Wasser schwerer und nimmt dann einen höhern Hitzegrad an als auf den Gipfeln hoher Berge, wo der Luftdruck geringer und wo oft schon 68° R. oder 85° C. genügen, das Wasser zum Sieden zu bringen (z. B. auf dem 14,000′ hohen Montblanc). Das siedende Wasser ist also nicht an allen Orten der Erde gleich warm. In einem fest verschlossenen eisernen (dem sogen. Papinianischen) Topfe kann das Wasser bis zu 200° R. erhitzt werden.

(s. S. 64), die geistige (s. S. 65) und sauere (s. S. 67), wird benutzt: zur Bereitung weingeistiger Getränke (s. S. 490), des Brodes (s. S. 475), des Sauerkrautes und der sauren Gurken; ein geringer Grad von Fäulniß macht den Käse und das Wildpret schmackhafter. — Manche Bereitungsarten von Speisen dienen zugleich auch zum Conserviren derselben, wie das Eintrocknen, durch Sonnenhitze oder künstliches Dörren (im Backofen); das Einpökeln oder Einsalzen (mit Kochsalz, Salpeter), besonders des Schweine- und Rindfleisches; das Räuchern der Würste und des Fleisches (durch Rauch, Kreosot, Holzessig); das Bukaniren, bestehend im Einsalzen, Räuchern und Dörren von Fleischstücken; das Mariniren (von Fischen, Fleisch), wobei die Masse mit fettem Oele und Essig durchtränkt wird; das Einmachen oder Einzuckern von Früchten; das Einlegen in alcoholische und saure Flüssigkeiten (Alcohol, Essig, saure Milch).

Die sicherste Art, Nahrungsmittel zu conserviren, ist das Abhalten von Luft, weil die in der Luft vorhandenen niederen Organismen (Bacterien, Vibrionen), sowie deren Keime, Fäulniß oder faulige Gährung und die Verwesung der organischen Substanzen (s. S. 67) hervorrufen. Auf die wichtigsten pflanzlichen Nahrungsmittel, die sogen. trockenen Früchte, wie Hülsenfrüchte und Getreidesamen, übt die Luft glücklicherweise keinen so nachtheiligen Einfluß aus, sobald nur alle Feuchtigkeit abgehalten wird; dagegen verderben thierische Nahrungsmittel äußerst schnell. — Man hält die Luft auf verschiedene Art von den Nahrungsmitteln ab; am besten durch Verschließen derselben in luftleeren Gefäßen (wie beim Appert'schen Verfahren in hermetisch schließenden Büchsen von Weißblech, s. S. 463), sodann durch Bedecken mit schwerdurchdringlichen Substanzen (besonders fettigen), durch Vergraben in der Erde. Da der Fäulniß- und Verwesungsproceß nur bei einem gewissen Wärmegrade eintreten kann, so lassen sich Nahrungsmittel auch durch Kälte gut conserviren (in Eiskellern). Neuerdings werden auch die Salicylsäure und die Borsäure vielfach zur Conservirung der Nahrungsmittel verwendet (s. S. 57). Weiteres siehe hierüber bei den einzelnen Nahrungsmitteln.

Auf die **Geräthschaften**, welche beim Bereiten und Aufbewahren von Nahrungsmitteln benutzt werden, ist stets große Aufmerksamkeit zu verwenden, weil dieselben nicht selten den Speisen und Getränken schädliche Eigenschaften ertheilen können. Unter allen Umständen unschädliche Geschirre sind die von Holz (ohne Anstrich), von hartem Stein, Glas, Porcellan, Fayence, Gold und Silber (wenn dieses nicht unter 13—14löthig, nicht mit zu viel Kupfer legirt ist). Auch das mit wenig Kupfer versetzte Silber darf nicht längere Zeit mit sauren Speisen in Berührung kommen. Alle Geschirre aus anderen Stoffen können unter besonderen Umständen schädlich werden; Geschirre von Kupfer, Messing und Blei sind unter allen Umständen verwerflich. — Irdene Geschirre sind nur dann unschädlich, wenn sie gut gebrannt und gut glasirt sind (denn die Glasur enthält Blei). Man achte deshalb auf Folgendes: die irdenen Geschirre müssen beim Anklopfen mit einem harten Körper einen hellen Klang geben, die Glasur darf sich mit der Messerspitze nicht ritzen lassen, in der Hitze oder beim wiederholten Reiben sich nicht abblättern und beim Kochen mit schwachgesalzenem oder angesäuertem Wasser kein Blei an die Flüssigkeit abgeben. Am sichersten ist es, neues irdenes Geschirr vor dem Gebrauche mehreremale mit Wasser und Essig auszukochen und tüchtig auszuscheuern. Ob in der zum Auskochen verwendeten Flüssigkeit noch Blei vorhanden, läßt sich sehr leicht durch Zumischung von Schwefelwasserstoffwasser erkennen, welches eine starke schwarze Trübung nebst schwarzem flockigem Niederschlag (von Schwefelblei) veranlaßt. Zur Erkennung einer schlecht eingebrannten Glasur lasse man einige Zeit lang einen Tropfen Essig auf derselben stehen und lege dann in diesen ein Stückchen granulirten Zinkes. Dieses wird sich bei schlechter Glasur mit einem grauen krystallinischen Ueberzuge bedecken, welcher von redu-

cirtem Blei herrührt. Uebrigens sollten gesalzene und saure Speisen (besonders Essig) niemals über eine Stunde in irdenen Gefäßen kochen und aufbewahrt stehen. Die Vergiftungen durch das Blei aus der Glasur irdener Geschirre treten schleichend und verborgen auf und sind sehr häufig die Ursache von Krankheiten, deren Ursprung oft ganz dunkel bleibt. — Von metallischem Geschirr ist, mit Ausnahme des goldenen und silbernen, das aus Eisen das einzige, welches den Speisen keine wirklich schädlichen Stoffe beimischen kann; natürlich darf das Email und die Verzinnung kein Blei enthalten. Beim Abspringen des Schmelzes kann das bloßgelegte, zumal das verrostete Eisen (wie auch beim unglasirten Eisengeschirr) sauren Speisen schwarze Färbung und tintenartigen Geschmack verleihen, was aber unschädlich ist. — Am häufigsten bringt kupfernes Geschirr Nachtheil, weil sich in diesem leicht der giftige Grünspan (essigsaures Kupferoxyd) bildet. Die verzinnten Kupfergefäße können insofern auch gefährlich werden, als die Verzinnung häufig Blei enthält und nach ihrer Abblätterung das Kupfer freilegt. Ebenso kann Geschirr aus Messing (eine Legirung aus Kupfer und Zink) sehr leicht Vergiftung erzeugen. Um sicher zu erfahren, ob eine Speise von Kupfer- oder Messinggefäßen Etwas aufgenommen hat, stecke man längere Zeit hindurch ein recht blank gescheuertes Messer hinein; es zeigt sich dann sogar ein geringer Kupfergehalt sehr bestimmt dadurch, daß sich die polirte Fläche des Messers mit einem rothen Ueberzuge bedeckt. Das Messer darf aber nicht bewegt werden, während es in der Speise steckt. — Zinngeschirre, wenn sie kein Blei enthalten, sind am wenigsten nachtheilig; nur nicht die aus Weißzinn (eine Legirung aus Zinn und Quecksilber). — Geschirre (Löffel, Kannen u. dergl.) aus Argentan oder Neusilber (eine Legirung aus Kupfer, Zinn und Nickel), sowie aus Glanzzinn (Neusilber mit viel Zinn) können, wenn sie längere Zeit mit Speiseresten oder sauren Gerichten in Berührung bleiben oder nicht sorgfältig gereinigt werden, sehr nachtheilig werden. — Bei allen angestrichenen Gefäßen (besonders Wassereimern), auch wenn sie von Holz sind, kann giftthaltige Farbe (Blei, Arsenik, Kupfer) aufgelöst werden und schädlich wirken. — Gefäße (Thee-, Kaffee-, Milchkannen und Löffel) aus Britanniametall, einer Legirung von Zinn mit 10% Antimon, sind nicht schädlich, wohl aber die aus Compositionsmetall, weil hier zum Zinn und Antimon noch Kupfer zugesetzt ist. — Zinkgeschirre (Wasser-, Milch-, Salz- und Buttergefäße) sind nicht minder schädlich wie Bleigeschirre (Kinderküchensachen) und Bleiapparate an Flaschen (besonders mit kohlensaurem Wasser, s. S. 437). — Beim Weißblech (verzinntes Eisenblech) ist nicht immer Gewähr dafür, daß die Verzinnung blei- und arsenikfrei ist. — Galvanisch versilbertes Neusilber oder Messing, welches im Handel die Namen Chinasilber, Alfénide, Christoflemetall führt, kann, wenn die Versilberung stellenweise abgenutzt ist, schädlich wirken. — Bei dieser Gelegenheit sei daran erinnert, daß das noch immer übliche Reinigen der Flaschen und Krüge mit (blei- und arsenhaltigen) Schrotkörnern nicht selten Anlaß zur gefährlichen Bleivergiftung giebt, weshalb Flaschen nur durch Ausspülen mit Sand oder grobem Kies oder durch Auskochen mit Sodalösung zu reinigen sind.

## Was und wie viel soll der Mensch genießen?

### Ernährungsversuche; Normalnahrung des mittleren Menschen.

Aus den einleitenden Bemerkungen über Nahrungsstoffe, Nahrungsmittel, Genußmittel und Nahrung (s. S. 412) haben wir ersehen, daß die Aufgabe der Nahrung darin besteht, den Körper auf seinem stoff-

lichen Bestande zu erhalten oder in einen bestimmten Zustand zu versetzen. Dieses kann nun auf sehr verschiedene Weise, durch die Aufnahme der verschiedensten Nahrungsmittel erreicht werden. Aber nur diejenige Nahrung kann als rationelle, als das Ideal einer Nahrung bezeichnet werden, welche dem Körper die zu seiner stofflichen Erhaltung erforderliche Menge der einzelnen Nahrungsstoffe: Eiweiß, Kohlenhydrate, Fette, Wasser und Salze in richtiger Menge, ohne ein Uebermaß des einen oder anderen Nahrungsstoffes, zuführt und dabei den Darmkanal nicht zu sehr belästigt. Im Allgemeinen wird die Nahrungsaufnahme durch den Hunger geregelt, aber es ist nachgewiesen, daß man sich bei der Wahl der Nahrung nicht allein dem Gefühl überlassen darf, weil dabei auch unter günstigen Verhältnissen viele grobe Fehler begangen werden. Die Menge der Nahrungsstoffe, die der Mensch genießen muß, um sich auf seinem Bestand an Eiweiß, Fett, Wasser und Salzen zu erhalten, ist nach Lebensalter, Klima, Geschlecht, Lebensweise, Beschäftigung und Gesundheitszustand ungemein verschieden. Im Allgemeinen läßt sich nur soviel sagen, daß der Organismus um so mehr an Nahrungsstoffen einnehmen muß, je organreicher er ist und je größer die Anstrengungen sind, denen er sich unterzieht.

Wie erfährt man nun, ob ein Gemisch von Nahrungsstoffen und Nahrungsmitteln eine zweckmäßige Nahrung ist, d. h. ob in einer bestimmten Zeit ein Mensch mit der von ihm genossenen Nahrung seinen täglichen Körperverlust vollkommen ersetzt hat, oder ob zu viel oder zu wenig Nahrung eingeführt wurde? Nur dadurch, daß man sich überzeugt, ob der betreffende Mensch dabei auf seinem Bestande bleibt, ob er also kein Eiweiß, oder Fett, oder Wasser, oder Salze verliert. Man muß zu diesem Behufe während einer bestimmten Ernährungsperiode durch directe Versuche das Verhältniß der Einnahmen und Ausgaben des Organismus genau feststellen.*) Hierzu muß man zunächst die chemischen Bestandtheile der eingeführten Nahrung kennen und sodann durch Untersuchung der vom Körper abgegebenen Zersetzungsproducte (Koth, Harn, Producte der Lungen- und Hautathmung), aus denen man auf die Stoffe, aus denen sie hervorgegangen sind, schließen kann, berechnen, ob die Einnahmen (die Nahrung) die Ausgaben (die

*) Das Körpergewicht ist durchaus kein untrügliches Zeichen für die Erhaltung des Körpers; der letztere kann bei gleichbleibendem oder gar zunehmendem Gewichte Wasser ansetzen, jedoch Eiweiß und Fett verlieren, oder auch bei Zunahme des Gewichtes und einer Ablagerung von Fett an Eiweiß abnehmen. Ebensowenig ist das subjective Wohlbefinden als ein Maßstab für den Werth einer Nahrung zu betrachten; der Irländer, der 5 Kilogramm Kartoffeln am Tage verzehrt, fühlt sich nach seiner Ansicht ganz wohl dabei, obwohl seine Ernährung ganz ungenügend ist. Oft genug machen sich, wie die tägliche Erfahrung zeigt, die nachtheiligen Folgen einer unzweckmäßigen Nahrung erst nach längerer Zeit geltend.

obengenannten Ausscheidungen) vollkommen decken oder nicht. Der der Zersetzung (Oxydation) der stickstoffhaltigen Körperbestandtheile entstammende Stickstoff erscheint im Harne wieder, so daß der Stickstoff- oder Harnstoffgehalt des Harnes ein Maßstab für den Eiweißverbrauch des Körpers ist, während die in der Athmung ausgeschiedene Kohlensäure auf die Menge des verbrauchten Kohlenstoffs (im Eiweiß, Fett und den Kohlenhydraten) schließen läßt.

Die Ernährungsversuche, welche, nachdem Liebig durch die chemische Erforschung der Stoffe der Nahrung, des Körpers und der Ausscheidungsproducte den Grund zu diesen Forschungen gelegt hatte, namentlich durch Bischoff, Pettenkofer, Voit und Ranke zu großer Vollkommenheit ausgebildet worden sind, lassen sich mit einer chemischen Elementaranalyse (s. S. 49) vergleichen. Mit größter Genauigkeit läßt sich berechnen, wie viel Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Wasser und Salze während einer Ernährungsperiode (in 24 Stunden) durch die Nahrung in den Körper eingeführt wurden und ebensoviel Kohlenstoff, Stickstoff, Wasser und Salze finden sich in den Ausscheidungen wieder. Alle vor Pettenkofer und Voit angestellten Ernährungsversuche lieferten unsichere Resultate, weil die Versuchsmethoden, besonders hinsichtlich der Bestimmung der gasförmigen Ausgaben (durch Lunge und Haut) nicht frei von wesentlichen Mängeln waren. Erst durch den ebenso sinnreichen als großartigen Respirations-Apparat von Pettenkofer, der alle gasförmigen Einnahmen und Ausgaben des Versuchsmenschen mit großer Genauigkeit zu bestimmen gestattet, sind exacte Ernährungsversuche am Menschen möglich geworden. Dieser Apparat besteht aus einem würfelförmigen eisernen Kasten mit Thür, Oberlicht und Seitenfenster, in welchem ein Tisch, Bett und Stuhl Platz finden können und noch einiger Raum zum Auf- und Abgehen übrig bleibt. Dieses kleine Zimmer ist in einem größeren Zimmer aufgestellt. Die in den Apparat eingepumpte Luft wird in ihrer Menge gemessen. Die einströmende Luft wird ferner wie die aus dem Apparate ausströmende Luft, die mit den gasförmigen Ausscheidungsproducten des zu untersuchenden Menschen beladen ist, chemisch untersucht. Die Unterschiede dieser beiden Untersuchungen geben die Menge und die Qualität der gasförmigen Stoffe an, die der Mensch in der Untersuchungsperiode durch Haut und Lungen verloren hat. In diesem Apparat nun verbringt das zu untersuchende Individuum wenigstens 24 Stunden. Außer den gasförmigen Ausscheidungen, die durch den Apparat bestimmt werden, werden auch die festen und flüssigen Ausscheidungen (Koth, Harn) gesammelt, gewogen und chemisch untersucht und damit die ebenso genau untersuchten und gewogenen Stoffe verglichen, die in der Nahrung genossen wurden.

Ein kräftiger 28jähriger Arbeiter, welchen Pettenkofer und Voit auf diese Weise untersuchten, zersetzte täglich:

| | bei Ruhe | bei Arbeit |
|---|---|---|
| Eiweiß | 137 | 137 |
| Fett | 72 | 173 |
| Kohlenhydrate | 352 | 352 oder |
| Stickstoff | 19,5 | 19,5 |
| Kohlenstoff | 283 | 356 |

Als Mittelwerth aus einer größeren Anzahl von Versuchen verlangt Voit für einen Arbeiter bei mittlerer Anstrengung 18,3 Gramm

Stickstoff = 118 Gramm Eiweiß und 328 Gramm Kohlenstoff und zwar bei einer gemischten, aus etwas Fleisch und Vegetabilien (mit Brod) bestehenden Kost. Es sind also, da 118 Gr. Eiweiß schon 63 Gr. Kohlenstoff enthalten, noch 265 Gr. Kohlenstoff durch Fett oder Kohlenhydrate oder noch besser durch ein Gemisch von beiden zu decken*). Bei großer Arbeitsleistung sind noch mehr stickstofffreie Nahrungsstoffe nöthig; denn ein arbeitender Mensch, der sich mit einer bestimmten Eiweißmenge auch seinen Gehalt an Eiweiß erhält, zerlegt bei der Arbeit mehr Fett als bei der Ruhe. Doch soll bei einem intensiv Arbeitenden auch die Eiweißmenge (bis zu 150 Gramm und darüber) steigen. Man soll übrigens nicht über 500 Gramm Stärkemehl hinausgehen, da eine größere Menge vom Darme nur schwer verwerthet und nur unvollkommen ausgenützt wird, sondern soll bei sehr anstrengender Arbeit, bei welcher mehr Kohlenstoff zersetzt wird, lieber die Fettgabe vergrößern (bis zu 200 Gramm). Der Rest des Kohlenstoffs wird dann durch Fett gedeckt und zwar bei 500 Gramm Stärkemehl durch 56 Gramm Fett**).

*) Um 18,3 Gramm Stickstoff = 118 Gramm Eiweiß und 328 Gramm Kohlenstoff zuzuführen, müßte man nach Voit in Grammen genießen:

| für 18,3 Stickstoff = 118 Eiweiß | | für 328 Kohlenstoff | |
|---|---|---|---|
| Käse | 272 | Fett | 450 |
| Erbsen | 520 | Stärke, Zucker | 738 |
| fettarmes Fleisch | 538 | Mais | 801 |
| Weizenmehl | 796 | Weizenmehl | 824 |
| Eier (18 Stück) | 905 | Reis | 896 |
| Mais | 989 | Erbsen | 919 |
| Schwarzbrod | 1430 | Käse | 1160 |
| Reis | 1868 | Schwarzbrod | 1346 |
| Milch | 2905 | Eier (43 Stück) | 2231 |
| Kartoffel | 4575 | fettarmes Fleisch | 2620 |
| Speck | 4796 | Kartoffel | 3124 |
| Weißkohl | 7625 | Milch | 4652 |
| weiße Rüben | 8714 | Weißkohl | 9318 |
| Bier (17 Liter) | 17000 | weiße Rüben | 10650 |
| Stärke, Zucker | — | Bier (13 Liter) | 13160 |

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, daß keines unserer Nahrungsmittel für sich allein für einen arbeitenden Mann alle Nahrungsstoffe in richtiger Zusammensetzung enthält. Erhalten könnte man sich freilich mit den meisten dieser Nahrungsmittel für sich allein, aber diese Ernährung wäre eine unvernünftige, da die aufgezählten Nahrungsmittel von dem einen und andern Nahrungsstoff zu viel oder zu wenig enthalten; wir würden also dabei entweder Mangel an einem der Nahrungsstoffe leiden oder eine Verschwendung begehen. Genießt man z. B. genügend Milch, um den Bedarf an Kohlenstoff zu decken, so führt man zu viel Eiweiß ein.

**) Nach Pettenkofer und Voit leisten 17 Gramm Kohlenhydrate (Stärke und Zucker) für die Ernährung ebensoviel wie 10 Gramm Fett (s. S. 424).

Für denselben mittleren Arbeiter berechnet Voit als annähernden täglichen Bedarf 230 Gramm vom Fleischer ausgehauenes Fleisch mit 18 Gramm Knochen, 21 Gramm Fett und 191 Gramm reinem Fleisch. Da nun 191 Gramm reines Fleisch nur 6,5 Gr. Stickstoff enthalten, so müssen noch 11,8 Gr. Stickstoff durch andere Nahrungsmittel (Milch, Eier, Hülsenfrüchte, Mehl, Käse) eingeführt werden.

| Mit | | Eiweiß | Fett | Kohlenhydrate |
|---|---|---|---|---|
| 212 Gr. | Fleisch (230 vom Fleischer) | 42 | 21 | — |
| 35 „ | Fett | — | 35 | — |
| 76 „ | Eiweiß und 500 Stärke | 76 | — | 500 |
| | | **118** | **56** | **500** |

kann also ein mittlerer Arbeiter seinen Körper erhalten; und diese Mengen können z. B. in folgenden Nahrungsmitteln gegeben werden:

| | | Eiweiß | Fett | Kohlenhydrate |
|---|---|---|---|---|
| 750 Gr. | Brod oder 470 Gr. Mehl | 62 | — | 331 |
| 212 „ | Fleisch (230 vom Fleischer) | 42 | 21 | — |
| 35 „ | Fett zum Kochen | — | 35 | — |
| 200 „ | Reis oder entsprechend Gemüse | 15 | — | 154 |
| | | 119 | 56 | 485 |

Mehr als 750 Gramm Brod zu reichen ist nicht zweckmäßig, da, wie wir früher (s. S. 511) sahen, das Stärkemehl des Brodes im Darm leicht in saure Gährung übergeht, wodurch der Darm zu einer raschen Entleerung seines Inhaltes gereizt und so eine vollständige Ausnützung verhindert wird.

Zu ähnlichen Angaben über die Normalnahrung des mittleren Menschen wie Voit, dessen mühevollen, ausdauernden und gewissenhaften Untersuchungen wir hier gefolgt sind, sind auch andere Forscher gelangt. So genügen nach Ranke, der an seiner eigenen Person zuerst vollständige Ernährungsversuche am Menschen angestellt hat, für den ruhenden, erwachsenen kräftigen Mann (von 74 Kilo Gewicht): an Eiweiß 100, an Fett 100, an Kohlenhydraten (Stärkemehl, Zucker) 240 Gramm. Ein Mann, der nicht anstrengend mechanisch arbeitet, könnte daher sein Nahrungsbedürfniß mit $^1/_2$ Pfund Fleisch (roh gewogen), mit 100 Gramm Fett und 240 Gramm Kohlenhydraten reichlich decken. — Forster fand in der tagsüber verbrauchten Nahrung folgende Mengen der Nahrungsstoffe:

| | Eiweiß | Fett | Kohlenhydrate |
|---|---|---|---|
| Arbeiter | 133 | 95 | 422 |
| Arbeiter | 131 | 68 | 494 |
| Junger Arzt | 127 | 89 | 362 |
| Junger Arzt | 134 | 102 | 292 |
| Alter Mann | 116 | 68 | 345. |

— Moleschott verlangt täglich für einen Mann bei mittlerer Arbeit: Eiweiß 130, Fett 40, Kohlenhydrate 550 Gramm.

Für alte, geschwächte und herabgekommene Personen, die nur noch geringer Leistungen fähig sind, werden selbstverständlich auch nur geringere Mengen von Eiweiß und stickstofffreien Substanzen erforderlich sein. So fand Forster die Nahrung alter gebrechlicher, nicht angestrengt arbeitender Pfründnerinnen, welche sich dabei vortrefflich befinden, folgendermaßen zusammengesetzt: Eiweiß 80, Fett 49, Kohlenhydrate 226 Gramm. Dagegen braucht der kindliche Organismus, im Verhältniß zum erwachsenen, eine viel größere Menge von Nahrungsstoffen, offenbar, weil bei ihm die Zersetzungsprocesse verhältnißmäßig lebhafter vor sich gehen und zudem noch erhebliche Mengen von Eiweiß, Fett und Mineralbestandtheilen in seinen wachsenden Organen zum Ansatz zu bringen sind. Im Münchener Waisenhause gedeihen nach Voit die im Alter von 6—15 Jahren stehenden Kinder vortrefflich bei einem durchschnittlichen Kostmaaß von 79 Gramm Eiweiß, 35 Gramm Fett und 251 Gramm Kohlenhydraten; sie bekommen also nahezu die gleiche Menge wie die alten Pfründnerinnen, die zwar eine größere Körpermasse besitzen, aber keinen Bedarf für das Wachsthum mehr haben. In der gemischten Kost eines $1^1/_2$ Jahre alten wohlgenährten Kindes fand Forster: Eiweiß 36, Fett 27, Kohlenhydrate 150 Gramm. Ein Kind im ersten Lebensjahre nimmt täglich etwa 1300 Gramm Muttermilch auf, welche 36,5 Gramm Eiweiß, 47,6 Gramm Fett und 62,6 Gramm Kohlenhydrate (Milchzucker) enthalten. In den ersten Wochen nimmt das Kind natürlich weniger auf; am ersten Tage etwa 20, am fünften Tage schon 500 Gramm. Der Eiweißgehalt der Normalnahrung des Säuglings (Muttermilch) ist sonach ein ziemlich beträchtlicher; er verhält sich zu den stickstofffreien Nahrungsstoffen wie 1 : 2,7; bei der künstlichen Ernährung der Säuglinge wird meist darin gefehlt, daß zu viel Kohlenhydrate gegeben werden, wodurch leicht erhebliche Verdauungsstörungen (saure Gährung im Darm, Durchfall u. dergl.) zu Stande kommen. In der Nahrung eines mit Mehlbrei gefütterten Kindes fand sich Eiweiß im Verhältniß von 1 : 5,3, in jener eines mit condensirter Milch ernährten im Verhältniß von 1 : 6,1.

Die tägliche Nahrung wird nun unter gewöhnlichen Verhältnissen bekanntlich nicht auf einmal verzehrt, sondern auf verschiedene Mahlzeiten vertheilt, und die Wahl der Tagesstunden für die letztere soll nach der Art der Kost, sowie nach der Art und Größe der zu leistenden Arbeit verschieden sein. Für den arbeitenden Menschen erscheint im Allgemeinen der Genuß einer reichlicheren Hauptmahlzeit in der Mitte der Arbeitszeit (Mittagessen) — nicht, wie es jetzt in manchen großen Städten Mode wird, gegen Abend nach vollendeter Tagesarbeit — deshalb am zweckmäßigsten, weil nach der Nahrungsaufnahme der Stoffumsatz im Körper erheblich anwächst und somit mehr lebendige Kraft für die verschiedenartigen Leistungen frei wird. In einer ausreichenden Mittagskost nun sollen nach Voit enthalten sein:

| | Eiweiß | Fett | Kohlenhydrate |
|---|---|---|---|
| für den mittleren Arbeiter | 59 | 34 | 160 |
| „ Pfründner (Greise) | 40 | 30 | 85 |
| „ Kinder von 6—15 Jahren | 39 | 21 | 80 |

Also etwa die Hälfte des Eiweißes, 61 Proc. des Fettes und 32 Proc. der Kohlenhydrate, welche während des Tages im Ganzen nöthig sind. In Volksküchen sollen nach Voit 81 Gramm Schwarzbrod zur Mittagskost gegeben werden, deren Gehalt von 9 Gramm Eiweiß und 47 Gramm Kohlenhydraten an den übrigen, für die eigentlichen Speisen verbleibenden Nahrungsstoffen zu kürzen sind.

Bei diesen Angaben über die Zusammensetzung der menschlichen Nahrung ist der Einfachheit wegen von der Zufuhr der nöthigen Wassermenge und Aschebestandtheile abgesehen, weil das Wasser meist frei zur Verfügung steht und die letzteren in unseren gewöhnlichen Nahrungsmitteln in genügender Menge vorhanden sind. Nicht berechnet sind ferner die nach Abzug der Fette und Kohlenhydrate verbleibenden stickstofffreien Nahrungsstoffe (organische Säuren, Pectinstoffe), sowie die übrigen stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe außer dem Eiweiß (Leim), weil sie fast stets nur in sehr kleiner Menge in unserer Nahrung vorkommen. Der Vollständigkeit wegen sei jedoch erwähnt, daß der von Ranke untersuchte erwachsene Mann (s. S. 519) bei einem Gewicht von 74 Kilo außer den 100 Gramm Eiweiß, 100 Gramm Fett und 240 Gramm Kohlenhydraten noch 25 Gramm Kochsalz und 2535 Gramm Wasser eingeführt hat. Unter Benutzung der Tabelle auf Seite 522, welche über die chemische Zusammensetzung der wichtigsten Nahrungsmittel Aufschluß giebt, läßt sich leicht aus unseren verschiedenen Nahrungsmitteln eine Kost zusammensetzen, die für einen mittleren Zustand des menschlichen Körpers Eiweißstoffe, Fette und Kohlenhydrate in einem richtigen Verhältniß enthält. Es ist dabei nur stets die geringere Ausnützbarkeit der Vegetabilien (s. S. 511) gehörig zu berücksichtigen.

In der Familie und in Erziehungsanstalten kann und muß, was in Volksküchen und Casernen natürlich nicht durchführbar ist, auf die verschiedenen Individualitäten, auf die ungleiche Masse des am Körper abgelagerten Eiweißes und Fettes sowie auf die verschiedene Körperanstrengung Rücksicht genommen werden. Aber auch derjenige, welcher in einer Volksküche seine Mittagsmahlzeit einnimmt, kann durch die entsprechende Mischung seiner übrigen Mahlzeiten seinen individuellen Verhältnissen beliebig Rechnung tragen.

Wird sich eine genaue Berechnung der verschiedenen Nahrungsstoffe vorerst nur da durchführen lassen, wo für eine größere Anzahl von Menschen eine einfache Kost hergestellt wird (Volksküchen, Casernen, Waisenhäuser u. dergl.), so wird doch auch die denkende Hausfrau aus den vorstehenden Erörterungen genügende Anhaltepunkte für die Herstellung einer zweckmäßigen und rationellen Nahrung gewinnen können.

## Chemische Zusammensetzung der wichtigsten Nahrungsmittel.

(Nach Voit und Wolff.)

In 100 Theilen sind enthalten:

| Nahrungsmittel | Wasser | Eiweiß | Fett | Kohlenhydrate (Stärkemehl und Zucker) |
|---|---|---|---|---|
| Ochsenfleisch, rein | 75,9 | 21,9 | 0,9 | — |
| Kalbfleisch | 78,0 | 15,3 | 1,3 | — |
| Schweinefleisch | 64,0 | 14,0 | 17,0 | — |
| Wildpret | 77,0 | 18,0 | 1,0 | — |
| Hammelfleisch | 72,9 | 14,5 | 9,0 | — |
| Hühnerfleisch | 77,3 | 17,5 | 1,4 | — |
| Hering, gesalzen | 48,9 | 17,5 | 12,7 | — |
| Stockfisch | 47,0 | 31,5 | 0,4 | — |
| Schinken, geräuchert | — | 30,0 | 32,0 | — |
| Blut | 79,3 | 19,4 | 0,2 | — |
| Fettgewebe | 3,7 | 1,7 | 94,5 | — |
| Rindsleber | 56,0 | 16,3 | 3,2 | — |
| Hühnerei (Klar und Dotter) | 73,9 | 14,1 | 10,9 | — |
| Eierklar (Eiweiß) | 85,9 | 13,3 | — | — |
| Milch, ganz | 87,1 | 4,1 | 3,9 | 4,2 |
| Milch, abgerahmt | 90,0 | 4,0 | 0,5 | 4,8 |
| Buttermilch | 90,3 | 3,4 | 1,0 | 5,0 |
| Butter | 7,0 | 0,9 | 92,1 | — |
| magerer Käse | 40,0 | 43,0 | 7,0 | — |
| fetter Käse | 39,0 | 32,9 | 25,0 | — |
| Weizenmehl | 12,6 | 11,8 | — | 73,6 |
| Roggenmehl | 14,0 | 11,0 | — | 71,9 |
| Gerste, geschält | 12,5 | 10,0 | — | 73,5 |
| Mais, geschält | 13,5 | 11,0 | 7,0 | 67,6 |
| Reis | 13,5 | 7,5 | — | 78,1 |
| Hirse | 14,0 | 14,5 | — | 66,5 |
| Kochgries | 11,3 | 11,3 | — | 69,8 |
| Schwarzbrod (1 Tag alt) | 46,3 | 8,3 | — | 44,2 |
| Weißbrod (Semmel) | 28,6 | 9,6 | — | 60,1 |
| Erbsen | 14,3 | 22,5 | — | 58,2 |
| weiße Bohnen | 14,5 | 24,5 | — | 55,6 |
| Linsen | 14,5 | 26,0 | — | 55,0 |
| Schneidebohnen | 91,0 | 2,0 | — | 6,2 |
| Weißkraut | 90,0 | 1,5 | — | 7,1 |
| Sauerkraut | 93,5 | 1,0 | 0,2 | 4,6 |
| Kartoffeln | 75,0 | 2,0 | — | 21,8 |
| gelbe Rüben (Möhren) | 85,0 | 1,5 | — | 12,3 |
| Kohlrabi | 87,0 | 1,3 | — | 9,5 |
| weiße Rüben | 92,0 | 1,1 | — | 5,3 |
| Aepfel, frisch | 84,5 | 0,3 | — | 14,9 |
| Birnen, „ | 80,0 | 0,3 | — | 19,2 |
| „ gedörrt | 22,0 | 1,2 | — | 74,9 |
| Zwetschgen (Pflaumen) | 81,0 | 0,8 | — | 17,6 |

## Wahl der Nahrung nach individuellen und klimatischen Verhältnissen; nach der Tages- und Jahreszeit.

Die Wahl der Nahrungsmittel hat sich nach mancherlei verschiedenen Umständen zu richten, wie: nach Alter, Geschlecht, Constitution, Gesundheits- oder Krankheitszustand, Lebensweise, Klima, Jahres- und Tageszeit. Daß eine einzige Nahrung, selbst die Milch nicht ausgenommen, für alle Körperzustände, für jedes Alter, jede Beschäftigung hinreichend wäre, davon kann keine Rede sein; jeder Körperzustand verlangt seine eigene Nahrung. Im Allgemeinen bezeichnen uns Erfahrung und Gewohnheit bei einiger Aufmerksamkeit auf uns selbst, welche Speisen und Getränke uns bekommen, welche nicht.

Die verschiedenen Lebensalter des Menschen verlangen durchaus eine verschiedene Diät. Im Allgemeinen bedarf der Mensch, solange er im Wachsthum begriffen ist, eine verhältnißmäßig reiche Kost (reichlich Fleisch und Fett), denn das Wachsen besteht ja in einer das Absterben bedeutend überwiegenden Anbildung von Körpersubstanz beim Stoffwechsel. Starkgewürzte Speisen sind bei Kindern zu vermeiden. In den Jahren der Reife, wo sich die Anbildung und das Absterben unserer Körperbestandtheile ziemlich das Gleichgewicht hält, muß die Nahrung dem Körperzustande und der Lebensweise angepaßt werden. Im Alter, wo das Absterben die Neubildung überwiegt, genügt im Allgemeinen eine geringere Menge der Nahrungsstoffe; am besten sagt eine reizende, leicht verdauliche Kost zu. Da sich nämlich im Alter die Thätigkeit der die Verdauungssäfte absondernden Drüsen verringert und das die Verdaulichkeit der Speisen sehr befördernde Kauen durch die mangelhafte Beschaffenheit der Zähne nicht in genügender Weise stattfinden kann, so muß durch Reizmittel (s. S. 486) die Absonderung der Verdauungssäfte und durch zweckmäßige Zubereitung die Verdaulichkeit der Speisen befördert werden. Ausführlicheres siehe später bei der Lebensordnung in den verschiedenen Lebensaltern.

Das weibliche und männliche Geschlecht hat sich in der Wahl der Nahrungsmittel nach seiner Bestimmung und seinem Alter zu richten. Bis zur Zeit der Reife, so lange der Geschlechtsunterschied noch nicht gehörig ausgebildet ist, muß der männliche und weibliche Mensch auf gleiche Weise genährt werden. Nachher aber, wo der Stoffwechsel bei der Frau weniger energisch vor sich geht, bedarf das Weib im Allgemeinen einer geringeren Nahrungsmenge. Mechanisch angestrengt arbeitende Frauen brauchen aber dieselbe Quantität von Nahrungsstoffen wie ein Arbeiter. Auch in der Zeit der Schwangerschaft und des Stillens, wo der weibliche Körper zur Bildung des Kindes und der Milch ziemlich viel Nahrungsstoffe verwenden muß, ist eine größere Menge einer nahrhaften und leicht verdaulichen Kost unentbehrlich. Im Alter, wo das Geschlechtliche untergegangen ist, haben beide Geschlechter wieder gleiche Bedürfnisse. Wegen der größeren Nervenreizbarkeit vertragen Frauen erregende Speisen und Getränke, wie reizende Gewürze, Spirituosa, starken Kaffee und Thee nicht so gut wie der Mann. Vorzüglich müssen sie während der Schwangerschaft und des Stillens diese Stoffe vermeiden oder mit großer Vorsicht genießen. Zur Erhaltung der runden Formen des weiblichen Körpers, die derselbe einer größeren Fettablagerung verdankt, dienen vornehmlich fette, zucker- und stärkehaltige Nahrungsmittel.

Zum Fettansatz neigende Individuen müssen mehr Fleisch und weniger stickstofffreie Nahrung (Kartoffeln, Brod, Zucker, Kuchen, Mehlspeisen ꝛc.) ge-

nießen, Magere und dadurch Schwächliche dagegen mehr Fett und Kohlenhydrate neben einer reichlichen Fleischportion einführen.

Die verschiedene Lebensweise und Beschäftigung ist insofern von großer Wichtigkeit für den Nahrungsgenuß, als Menschen, die viel körperliche und geistige Anstrengungen haben, einer reichlicheren Kost bedürfen als solche, die wenig mit den Muskeln und mit dem Gehirn arbeiten. Die ersteren, mit körperlicher Anstrengung, brauchen aber verhältnißmäßig mehr Nahrung (siehe S. 517) als die geistig Thätigen; sie vertragen auch eine schwer verdauliche Kost besser, als die letzteren, denen, wie allen die eine sitzende Lebensweise führen, nur leicht verdauliche Nahrungsmittel zusagen. Auch Reizmittel, aber freilich nur mäßig genossen, sind den Thätigen von Vortheil: Kaffee, Thee und Fleischbrühe (Fleischextract) scheinen hier günstiger als spirituöse Getränke zu wirken. Letztere, aber nur mäßig genossen, geben bei kalter, besonders naßkalter Witterung ein behagliches Wärmegefühl und heben die geistige Stimmung (s. S. 486).

Klima, Sommer und Winter, üben ebenfalls einigen Einfluß auf die Wahl der Nahrungsmittel aus, und zwar deshalb, weil die Wärme im Vergleich zur Kälte den Stoffwechsel etwas herabsetzt. Darum bedürfen wir in südlichen Ländern und im Sommer weniger Nahrungsstoffe, als im Winter und in nördlichen Klimaten, wo nicht nur die Aufnahme von vielen und nahrhaften Speisen, sondern auch der reichlichere Genuß von Fett und Kohlenhydraten nöthig wird, um mehr Wärme im Innern des Körpers zu erzeugen. Die nordischen Völker genießen also mit Recht viel Fleisch und viel Fett, während die südlichen besser thun, weniger nahrhafte und mehr vegetabilische Nahrung zu sich zu nehmen. Auch der Gebrauch der Spirituosen ist danach in den verschiedenen Ländern sehr verschieden und geistige Getränke müssen im kalten Klima weit weniger Nachtheil haben als im warmen.

Die Tageszeit verlangt auch einige Berücksichtigung bei der Auswahl der Nahrungsmittel. Eine Hauptregel dabei ist: des Morgens und des Abends den Magen mit schwer verdaulichen Speisen nicht zu überladen. Am frühen Morgen pflegt das Nahrungsbedürfniß nur gering zu sein, weil während des vorausgegangenen Schlafes die Oxydation der stickstofffreien Substanzen innerhalb des Körpers minder lebhaft vor sich ging und somit die letzteren für die am Morgen beginnende Arbeitszeit noch disponibel sind; nur wer Vormittags schwere und anstrengende Arbeit zu verrichten hat, darf auch ein nahrhafteres Frühstück zu sich nehmen. Dagegen ist beim Mittagsessen eine reichliche, kräftige und warme Kost, am besten aus Suppe, Gemüse und Fleisch, zu empfehlen. Wo die sogenannte Hausmannskost nicht zu erschwingen ist, sollten wenigstens nicht zu große Quantitäten Kartoffeln und Brod genossen werden; Hülsenfrüchte, Milch, die billige Buttermilch, das Blut, die billigeren Wurstsorten (natürlich darf die Wurst keine schädlichen Bestandtheile enthalten, s. S. 457), Käse, besonders der billige Quark, Heringe und Stockfisch, das billige Pferdefleisch u. s. w., sind neben den Kartoffeln und dem Brod zu genießen (s. später bei Volksernährung). — Für das Frühstück (bald nach dem Aufstehen) paßt für Kinder am besten Milch, für Erwachsene zum Thee oder Kaffee, zur Chocolade oder Fleischbrühe (mit Ei) sowohl Brod wie Semmel mit Butter; das Abendessen (etwa 3 bis 4 Stunden vor Schlafengehen) bestehe aus Suppe, Thee oder leichtem Bier, Brod und Butter mit Käse oder kaltem Fleisch, Eiern u. dergl. Wie bekannt wird der Schlaf, während dessen der Stoffwechsel und die Verdauung weniger lebhaft von Statten gehen, durch spätes Essen von vielen und schwer verdaulichen Nahrungsmitteln unruhig, durch schwere Träume oder Alpdrücken gestört, weshalb am Abend der Magen nie mit schwerverdaulichen Speisen überladen werden sollte. — Es ist ganz falsch, weil für die Verdauung verderblich, nur ein einziges Mal des Tages oder in gar zu langen Zwischenräumen zu essen,

sondern die Mahlzeiten müssen sich stets nach dem größern oder geringern Verbrauche unserer Körperbestandtheile, nach der Lebendigkeit des Stoffwechsels richten. Drei Mahlzeiten, richtig vertheilt, pflegen dem Erwachsenen zu genügen. Jedoch ist dem Wachsenden, der schwangeren und stillenden Frau, sowie dem Blutarmen und Reconvalescenten ein zweites Frühstück und ein Halbabendbrod aus leicht verdaulichen nahrhaften Stoffen sehr dienlich. — Ueber das Trinken während des Essens s. unten.

Das Verhalten vor, während und nach dem Hauptmahle (Mittagsessen) ist nicht ohne Einfluß auf die Verdauung. So ist es rathsam, kurz vor dem Essen alle größeren Anstrengungen zu vermeiden und nach Strapazen einige Zeit der körperlichen und geistigen Ruhe zu pflegen oder nur eine leichte Bewegung im Freien zu machen. Ein Schläfchen vor Tische ist allen Matten und Bleichen (Blutarmen) sehr zu empfehlen. — Die Mahlzeit selbst sollte stets mit Heiterkeit, bei Geistes- und Gemüthsruhe in einem geräumigen, freundlichen Zimmer, mit reiner, mäßig warmer Luft gehalten werden. Dabei hat man sich vor allen engen Kleidungsstücken, besonders vor solchen, welche die Magengegend zusammenpressen (wie Schnürleiber, Unterrocksbänder, Leibriemen u. dergl.) zu hüten. Feste Nahrungsmittel (besonders Fleischspeisen) sind gehörig klein zu schneiden und tüchtig zu zerkauen, überhaupt esse man hübsch langsam und trinke zwischen durch mäßige Mengen Wasser oder leichtes Bier. Das Wassertrinken während des Essens, zumal wenn nicht Suppe genossen wurde, hat mannigfachen Nutzen und schadet nur, wenn es im Uebermaß und bei sehr fettreicher Nahrung geschieht. Der mäßige Genuß gelinder Reizmittel, wie von spirituösen Getränken und Gewürzen, befördert die Verdauung und ist vorzugsweise in den späteren Lebensjahren vortheilhaft, im Jugendalter dagegen zu vermeiden. Ein warmes Mittagsessen sagt, weil es leichter verdaut wird, dem Körper besser zu, als kalte Speisen, dagegen thun sehr heiße und sehr kalte Stoffe dem Magen nie gut; vorzüglich ist aber der plötzliche Wechsel von Heiß und Kalt zu vermeiden. Was das Kaffeetrinken nach dem Essen betrifft, so genießen manche den Kaffee gleich bei Tische und als ein die Magenverdauung unterstützendes Reizmittel, während andere ihren Kaffee später trinken und damit die Fortschaffung des Speisebreies aus dem Magen befördern. Wer zwei Tassen trinkt, sollte die eine gleich nach dem Essen, die andere 2 bis 3 Stunden danach zu sich nehmen. — Gleich nach dem Essen folge man, wenn es vorhanden ist, dem Bedürfnisse nach Ruhe und mache sein Mittagsschläfchen; wenigstens halte man sich sofort nach dem Essen von allen geistigen und körperlichen Anstrengungen fern.

Es wird ein Mittagsschläfchen besonders Solchen anzurathen sein, welche vor dem Essen thätig waren, gemüthlich angegriffen wurden, starke Sinneseindrücke erduldeten und anstrengende Muskelbewegungen vornahmen, sowie überhaupt Solchen, die einen schwachen Körperbau haben und an Blutarmuth und sogen. Nervenschwäche (Nervosität) leiden. — Als heilsam kann nun aber das Mittagsschläfchen nur dann empfohlen werden, wenn es mit den gehörigen Einschränkungen geschlafen wird. Zuvörderst muß es ein Schläfchen bleiben und nicht in einen langen Schlaf ausarten; ein halbes Stündchen reicht vollständig dazu hin. Denn beim langen Schlaf wird die Verdauung geradezu verzögert, weshalb es auch unzweckmäßig ist, kurz vor dem Nachtschlafen eine reichliche Mahlzeit zu halten. Sodann thut man auch gut, das Mittagsschläfchen mit etwas erhobenem Oberkörper (in einem sogen. Großvaterstuhl), nicht der Länge nach ausgestreckt und besonders nicht mit vor- oder seitwärts gebeugtem Kopfe (um den Blutlauf in den Halsadern nicht zu erschweren) zu halten, und, was vorzugsweise zu beachten, spirituöse Getränke, die beim Essen genossen wurden, vor dem Schlafen erst etwas aus dem Körper verfliegen zu lassen.

## Vorsichtsmaßregeln beim Essen.

Die Nahrungsmittel können den Körper in einen krankhaften Zustand versetzen: a) wenn sie in zu geringer Menge eingeführt werden (d. h. im Verhältniß zur Stärke des Stoffwechsels, weil alsdann das Material zur Neubildung des Blutes und der Gewebsbestandtheile in unzureichender Menge vorhanden ist. Die nächste Folge davon muß Blutmangel sein, und aus diesem geht dann hervor: Erbleichen der Haut, Abmagerung, Mattigkeit und Abnahme des Körpergewichts, allzu großer Wasserreichthum der Gewebe, geringere Wärmeentwickelung (Frösteln) und schlechte Ernährung des Gehirns und der Nerven (siehe später bei Blutarmuth). — b) Werden Nahrungsmittel im Uebermaß eingeführt, so kommt es darauf an, ob dies blos ein- oder einigemal geschieht oder öfter, und welche Lebensweise übrigens dabei geführt wird. Im letzteren Falle kann die Vielesserei zur Gewohnheit werden und diese erzeugt dann allmählich, je nachdem die Speisen mehr oder weniger nahrhaft sind und ordentlich verdaut werden oder nicht, Magenerweiterung, Unterleibsbeschwerden (Pfortaderstockungen, Hämorrhoiden) oder Vollblütigkeit (mit Wallungen und Congestionen). Durch körperliche Anstrengungen, besonders in freier Luft, lassen sich die Nachtheile des Vielessens etwas mindern. Der einmalige übermäßige Genuß von Speisen, die Ueberladung des Magens (Indigestion) ruft eine vorübergehende Magenaffection (Katarrh, verdorbenen Magen) hervor und kann durch Fasten am besten kurirt werden, wenn man nicht sofort nach dem Essen durch Brechen (Finger in den Hals stecken) das Zuviel wieder fortschaffen will. — c) Nahrungsmittel von unzureichendem Nahrungsstoffgehalte stören die Gesundheit insofern, als sie dem Körper von diesem oder jenem Nahrungsstoffe zu viel oder zu wenig zuführen, weshalb auch eine gemischte Kost (s. S. 509) dem Menschen am zuträglichsten ist. Am häufigsten wird in dieser Weise darin gefehlt, daß, im Verhältniß zu den festen Nahrungsmitteln, viel zu wenig Flüssigkeit (Wasser oder leichtes Bier) genossen wird und so dickflüssiges Blut entsteht; ferner darin, daß Kinder weit mehr Kohlenhydrate (z. B. stärke- und zuckerhaltige Nahrungsstoffe) als sich gehört und dadurch die Scrophulose bekommen; daß manche wiederum zu viel Eiweißsubstanzen (besonders übermäßige Fleischnahrung), andere zu viel Fett und Kohlenhydrate zu sich nehmen und deshalb erstere Gicht, letztere Fettsucht mit Neigung zum Schlagfluß davontragen. — d) Nahrungsmittel von zu hoher und zu niederer Temperatur, also sehr heiße oder sehr kalte Speisen und Getränke, können Erkrankungen der Zähne sowie Entzündung der Mund-, Rachen-, Speiseröhren- oder Magenschleimhaut erzeugen und erstere sogar bleibende Verengerung der Speiseröhre nach sich ziehen. Daß ein kalter Trunk nach Erhitzung Schwindsucht nach sich zieht, ist

unwahr, wie überhaupt die Gefahren eines solchen Trunkes erstaunlich übertrieben werden. Jedoch kann nicht geleugnet werden, daß sehr kalte Getränke auf die Blutgefäße des Magens und seiner Umgebung zusammenziehend wirken und so den Blutdruck in anderen Gefäßen steigern können, zumal wenn Gemüthsbewegung oder Erhitzung den Druck schon vorher erhöht hatten. In solchen Fällen können dann bei solchen, deren Haargefäße geschwächt und leicht zerreißbar sind, Blutgefäße in lebenswichtigen Organen (Gehirn, Lungen) zur Zerreißung gebracht werden.*) — In vielen Fällen, wo ein kalter Trunk geschadet zu haben scheint, war es aber nicht dieser, sondern das Trinken bei erhitzter Haut in kalten Räumen, wobei durch Unterdrückung der Hautthätigkeit gefährliche Entzündungskrankheiten veranlaßt wurden. — e) Nahrung von zu reizender Beschaffenheit, mit zu viel und zu scharfen Gewürzen oder starken spirituösen Getränken, kann die Verdauung, zumal wenn der Magen schon in einiger Unordnung ist, auf lange Zeit verderben und, wird sie öfters genossen, hartnäckige organische Magenleiden hervorrufen. f) Nahrungs- und Genußmittel mit schädlichen und giftigen Eigenschaften können Krankheiten und Tod veranlassen, wie schon S. 505 ausführlich erörtert wurde.

## Volksernährung.

### Ernährung der Arbeiter und Armen; Volksküchen.

Die zweckmäßige Ernährung des Volkes ist eine Aufgabe von hoher Bedeutung. Die Wissenschaft hat nachgewiesen, daß die Erkrankungsgefahr für den Einzelnen und damit für die Gesammtheit wesentlich geringer wird mit einem durch genügende Nahrung gekräftigten und widerstandsfähiger gemachten Körper. Eine große Menge von Krankheiten haben entweder in einer unzweckmäßigen und ungenügenden Nahrung ihre Ursache und es wird ihnen dadurch der Boden bereitet, auf dem sie sich auszubreiten vermögen. Bei jeder Epidemie werden die schlecht genährten Volksclassen am ärgsten befallen und geben dann den Herd ab, in welchem die Seuche sich nährt und auch

*) Anders liegen die Verhältnisse bei längerem Marschiren, besonders der Soldaten. Hier sind die Blutgefäße durch den starken Wasserverlust des Schweißes nicht mehr so stark gefüllt und zudem befinden sich die Leute in ihren gesündesten Jahren. Das Wasserverbot auf dem Marsche befördert geradezu das Eintreten des Hitzschlags, weshalb neuerdings im Deutschen Heere den marschirenden Truppen reichliches Wassertrinken gestattet wird. Doch ist auch hier anzurathen, einige Secunden zwischen der starken Bewegung und dem Trunke zu pausiren, und die ersten Schlucke etwas im Munde zu erwärmen.

den besser situirten Ständen gefährlich wird. Die größte Gefahr bringt der übermäßige Genuß der stickstoffarmen Kartoffeln, der, wenn kein genügender Eiweißzusatz stattfindet, den Körper an Eiweiß und Fett verarmen läßt und Wasser in ihm anhäuft.*) Der allzu große Wasserreichthum der Gewebe aber macht dieselben für Erkrankungen zugänglicher, wie dies besonders für die Cholera nachgewiesen ist. Glücklicher Weise zwingt die Armuth den Menschen durchaus nicht zu dieser unzweckmäßigen Ernährung; die Nahrung läßt sich mit denselben Kosten erheblich verbessern, wenn für einen Theil der Kartoffeln andere eiweißreichere Nahrungsmittel (Käse, besonders der billige Quark, Buttermilch, Heringe und Stockfisch, Blut, Pferdefleisch, Hülsenfrüchte u. s. w.) gekauft werden. Das viele Kartoffelessen ist nicht nur wegen der schlechten Ausnützung und überschüssigen Aufnahme von Stärkemehl eine Verschwendung (s. S. 507), es ist zum Theil auch Selbstbetrug, weil die beständige Anfüllung des Magens das Gefühl der Unzulänglichkeit der Kost verdeckt. Die durch den aufgetriebenen Magen hervorgerufene Empfindung wird fälschlich als Sättigung betrachtet. Es ist eine tagtäglich zu beobachtende Thatsache, daß Menschen, welche durch den Genuß großer Mengen von Kartoffeln und Brod gewöhnt waren ihren Magen recht auszudehnen, das Gefühl des Hungers haben, wenn sie ungleich bessere, aber weniger massenhafte Kost erhalten. Die Erfahrungen in Armenhäusern und Volksküchen, wo man den Kartoffelgenuß einschränkte, haben denn auch gelehrt, daß der Kostwechsel anfangs hartnäckigen Widerstand erregte, der erst aufhörte, als die Leute die Vortheile der zweckmäßigeren Nahrung an der größeren Leistungsfähigkeit ihres Körpers verspürten. Ganz ähnlich verhält es sich mit der vorwiegenden Ernährung mit Brod, deren Nachtheile bereits besprochen wurden. Prof. Voit, der aus seinen Untersuchungen die Ueberzeugung gewonnen hat, daß bei den enormen Mengen von Kartoffeln und Brod, welche die Arbeiter in manchen Gegenden (besonders in Nord- und Mitteldeutschland) verzehren, ein großer Bruchtheil unbenutzt wieder abgeht, hat wiederholt darauf hingewiesen, daß die in Süddeutschland gebräuchlichen billigen Mehlspeisen (Klöse, Rohr- oder Dampfnudeln, die Spätzeln der Schwaben u. s. w) eine ungleich bessere Nahrung sind. Es muß deshalb Alles aufgeboten werden, die arbeitende Classe zu bestimmen, den übermäßigen Kartoffel- und Brodgenuß aufzugeben und ihre Kost zweckmäßiger zusammenzusetzen.

Consumvereine, die den Arbeitern und Armen (welche ihren Bedarf in kleinen Mengen kaufen müssen und dabei häufig schlechtere

*) Nur der übermäßige Kartoffelgenuß ist schädlich. Ganz zweckmäßig ist es, zu den wasserreichen Gemüsen (Sauerkraut, Rüben, grünen Bohnen, Kohlarten u. dergl.) Kartoffeln zu essen, denn es müßte von diesen Gemüsen eine übermäßig große, kaum zu bewältigende Menge genossen werden, um die nöthige Menge Kohlenhydrate einzuführen.

und theuerere Waaren erhalten) gegen Baarzahlung gute und billige Lebensmittel verschaffen, sowie gut eingerichtete Volksküchen und Speiseanstalten für Arme können hier unstreitig sehr viel Gutes stiften. Die Volksküchen sollen einen für die Ernährung eines mittleren Arbeiters ausreichenden guten und möglichst billigen Mittagstisch, welcher die verschiedenen Nahrungsstoffe in einem richtigen Verhältniß enthält (s. S. 515), zum Herstellungspreise liefern, wobei außer der freiwilligen Oberleitung nichts geschenkt werden soll, damit der sie benützende Arbeiter nicht zum „Armen" hinabsinkt. Sie sollen die Arbeiter an eine richtige Beköstigung gewöhnen und können zeigen, wie man mit dem geringsten Aufwand an Geld eine ausreichende Mittagskost herstellt; in weiser Hand und Aufsicht sollen sie geradezu wahre Musterküchen für die von mäßigem Arbeitsertrage lebende große Menge des Volkes werden. Freilich hat Prof. Voit nachgewiesen, daß die zur Zeit bestehenden Volksküchen mit wenigen Ausnahmen eine ausreichende und richtig gemischte Kost nicht verabfolgen; das Eiweiß beträgt in ihrer Kost oft nur die Hälfte, das Fett nur ein Drittel der nothwendigen Menge. Unter Benutzung der auf S. 522 gegebenen Tabelle lassen sich aber mit Leichtigkeit passende Recepte für Volksküchen zusammenstellen. Die Menge der Nahrungsstoffe, welche Prof. Voit für den Mittagstisch des mittleren Arbeiters berechnet hat, ist auf S. 521 angegeben. Gute Anhaltepunkte gewährt die empfehlenswerthe Schrift von Hauptmann Buchholtz „die Verwaltung der Truppenmenagen", die auch eine Reihe für Volksküchen geeigneter Speisezettel enthält.

In Hinsicht auf bessere und billigere Ernährung der ärmeren Volksclassen wäre ferner die Ausbreitung der kleinen Viehzucht (Ziegen, Schweine, Kaninchen) sehr zu befürworten. Besonders das Kaninchen, welches mit verhältnißmäßig wenigen Unkosten groß zu ziehen ist und dessen Zucht im kleinsten Maßstabe betrieben werden kann, sollte von dem ärmeren Mann, sofern es seine Verhältnisse irgend gestatten, zum eigenen Bedarf gezüchtet werden. Dies gilt besonders für die Gegenden (Erzgebirge, Harz, Thüringer Wald), wo die ärmere Bevölkerung der Fleischnahrung fast entbehrt. Auch das gegen den Genuß des Pferdefleisches bestehende Vorurtheil ist energisch zu bekämpfen und die allgemeinere Verwendung des Blutes als Nahrungsmittel zu befürworten. In Form von Suppen, Saucen und der sogen. Tiegelwurst (s. S. 458) läßt sich das letztere sehr gut verwenden. Sehr wünschenswerth wäre es ferner, daß durch geeignete Transportmittel die Seefische auch den ärmeren Classen des Binnenlandes zu Gute kämen. Von großer Wichtigkeit für den Arbeitshaushalt wie für die Massenernährung (Armee, Marine und Volksküchen) scheint endlich das neue Patent-Fleischpulver (Carne pura) zu werden, welches in Verbindung mit verschiedenen Conserven, trockenen Gemüsen

und Biscuits neuerdings von Bremen aus in den Handel kommt und vermittels dessen jeder Arbeiter im Stande ist, für 50 Pfennige eine aus Fleisch, Gemüse, Fett und Gewürzen bestehende und für ihn und seine ganze Familie ausreichende Mahlzeit herzustellen. Ausführliche, nach rationellen Gesichtspunkten entworfene Speisezettel für den Haushalt des Arbeiters und kleinen Beamten hat neuerdings Meinert in seiner preisgekrönten Volksschrift: „Wie nährt man sich gut und billig?" (Preis 50 Pfennige) mitgetheilt.

Zweckmäßige Nahrung, genügende Kleidung und gesunde Wohnungen der ärmeren Volksclasse werden aber weiterhin am besten dem unmäßigen Branntweingenuß steuern, der für den Armen doppelt unheilvoll wirkt (s. S. 491). Die Arbeiter und deren Frauen müssen durch Wort und Schrift immer wieder darauf aufmerksam gemacht werden, daß Bier und Kaffee viel weniger gefährliche Genußmittel als der Branntwein sind. In den meisten Fällen verleitet allerdings der Hunger und der Frost zum Mißbrauch des Branntweins; aber die vor einigen Jahren gelegentlich der hohen Arbeitslöhne gemachten Erfahrungen beweisen, daß auch das Umgekehrte vorkommt. Von zuverlässiger Seite wurde mitgetheilt, daß die Häufigkeit des Säuferwahnsinns, und noch dazu bei jugendlichen Individuen, in jener Zeit der Strike ganz erschreckend zugenommen habe. Es genügt nicht, bessere Nahrung, Kleidung und Wohnung für die Massen zu schaffen, dieselben müssen auch zur Sparsamkeit erzogen und eingehend über eine vernünftige Lebensweise belehrt werden. In vielen Fällen würde der Arbeitslohn zur Bestreitung einer ausreichenden und zweckmäßigen Nahrung vollkommen hinreichen, wenn nicht unverhältnißmäßig große Summen für Tabak und Spirituosen verausgabt würden. Größere Aufmerksamkeit wäre endlich, wie an dieser Stelle nur angedeutet werden kann, der Ausbildung der Mädchen aus dem Arbeiterstande zu ordentlichen Hausfrauen zu schenken, welche leider noch immer zum großen Theil sehr ungenügend und mangelhaft ist.

## Regeln für den Nahrungsgenuß.

Aus dem über die Ernährung Gesagten lassen sich also folgende Regeln aufstellen:

1) **Man wähle eine richtig gemischte und gehörig nahrhafte Nahrung**, damit dem Körper alle die Stoffe in der richtigen Menge zugeführt werden, deren er zu seiner Erhaltung und zu seinen verschiedenartigen Leistungen bedarf. Da in den thierischen Nahrungsmitteln die stickstoffhaltigen Eiweißsubstanzen, in den pflanzlichen die stickstofflosen Kohlenhydrate überwiegen, in beiden aber die gehörige Menge von Wasser und Kochsalz fehlt, so besteht der Mensch am besten

bei einer gemischten Kost, die er zu salzen hat und bei reichlicher Zufuhr von Flüssigkeiten (Wasser oder leichtes Bier).

2) **Man führe eine hinreichende Menge von Nahrungsmitteln in den Körper** ein, nicht zu wenig, aber auch nicht zu viel. Es richtet sich aber die Größe der Nahrungszufuhr: theils nach dem Hunger- und Durstgefühle; theils nach dem Verbrauche von Blut, sowie von Bluts- und Gewebsbestandtheilen, also nach der Lebendigkeit des Stoffwechsels in Folge äußerer Einflüsse, sowie körperlicher, geistiger, gemüthlicher und geschlechtlicher Anstrengungen; theils nach der Beschaffenheit (Verdaulichkeit) der Nahrungsmittel.

3) **Man fördere so viel als möglich die Verdaulichkeit und Ausnützung der Nahrungsmittel.** Hierzu trägt bei: die zweckmäßige Zubereitung und Zusammensetzung der Speisen; die Vermehrung der Verdauungssäfte durch gelinde Reizmittel (Würzen, Spirituosa) und mäßiges Trinken von Flüssigkeit, tüchtiges Zerkleinern (Zerschneiden und Zerkauen) der festen Stoffe; endlich regelmäßiges Mahlzeithalten und richtiges Verhalten vor, während und nach dem Essen (s. S. 523—525).

4) **Man verhüte das Einführen schädlicher Substanzen.** Die Nahrungsmittel selbst können Ursachen zu Krankheiten abgeben, wenn sie in zu geringer oder zu großer Menge, in falscher oder schädlicher Beschaffenheit, von zu hoher oder zu niedriger Temperatur genossen werden. Genußmittel, besonders starke Gewürze und Spirituosen, wirken durch Mißbrauch nachtheilig und fremde Körper oder Gifte, nicht selten den Nahrungsmitteln beigemischt oder aus Unvorsichtigkeit verschluckt, bedingen entweder sofort gefährliche Krankheitszustände oder erzeugen allmählich eine zunehmende Verschlechterung der Ernährung.

## B. Pflege der Verdauungsapparate.

Von den in den Körper, und zwar in den Verdauungsapparat (s. S. 256) eingeführten Nahrungsstoffen bedürfen die allermeisten und wichtigsten, nämlich die Eiweißstoffe, die Fette und die Kohlenhydrate, ehe sie in das Blut aufgenommen werden können, einer solchen Zubereitung (Verdauung), daß sie den Blutbestandtheilen ziemlich ähnlich (assimilirt) werden. Nur wenige aufgelöste Stoffe (wie Salze, Zucker, Wasser) gelangen vom Magen aus, ohne vorherige Umwandelung, durch die Blut- und Lymphgefäße in den Blutstrom. Zur Umwandelung der verschiedenen zu verdauenden Nahrungsstoffe dienen nun aber auch verschiedene Verdauungssäfte (s. S. 263) und zwar: für die Eiweißstoffe der Magen-Darmsaft und der Bauchspeichel; für die in Dextrin und Zucker umzuwandelnde Stärke der Mund- und Bauchspeichel, sowie der Darmsaft; für die Fette die Galle, der Darmsaft

und Bauchspeichel. Die Fortschaffung der Nahrungsmittel durch den Verdauungsapparat, vom Munde bis zum After, besorgen die Schling-, die Magen- und Darmmuskeln mit ihren wurmförmigen Zusammenziehungen, etwa binnen 24 Stunden. Der unverdauliche und unverdaute Rest der genossenen Nahrungsmittel, gemischt mit Gallenbestandtheilen, Oberhautpartikelchen, Schleim und bisweilen mit verdauten, aber nicht aufgesogenen Nahrungsstoffen, bildet die Excremente (Koth, Stuhl, s. S. 277). Durch Zersetzungen von Nahrungsstoffen und Verdauungssäften entwickeln sich Gase im Verdauungsapparate (s. S. 263).

Die **Mundhöhle** (s. S. 264) bedarf, damit in ihr die Vorverdauung und das Schmecken richtig vor sich gehen können, der öfteren und sorgfältigen Reinigung, sowie des Schutzes vor verletzenden und reizenden Eingriffen, denn letztere bedingen sehr leicht Entzündung und Verschwärung der Schleimhaut und rufen dann Schlingbeschwerden hervor. Am häufigsten werden die Zähne von Krankheit (Zahnfäule oder Caries mit Zahnschmerz) ergriffen und nur zu oft, selbst bei dem schönen Geschlecht, trifft man einen Mund voll garstiger schwarzer Zähne und mit übelriechendem Athem. — In der Mundhöhlenflüssigkeit, im Zungen- und Zahnbeleg finden sich normal große Mengen von niederen Pilzgebilden, Fädchen in Gestalt kleiner Zellchen, die sich bei Mund- und Halskrankheiten enorm vermehren können. Saure Mundflüssigkeit, wie sie bei Säuglingen durch Unreinlichkeit so rasch auftritt, unterstützt die Entwickelung des Soorpilzes, der sogen. Schwämmchen, im Munde. Der Zungenbeleg, der sich in der feuchten Wärme der Mundhöhle leicht zersetzen und Anlaß zu üblem Mundgeruch geben kann, ist bei reichlicher Ansammlung zeitweilig durch Abkratzen zu entfernen.

**Schwarze** und **hohle Zähne, Zahnschmerzen** und **übler Mundgeruch** sind Leiden, welche meist sehr leicht zu vermeiden wären, wenn man die Mundhöhle richtig reinigen wollte. — Die **Zähne** (s. S. 266) machen den Mund, wenn sie weiß, reinlich gehalten und gut gereiht sind, äußerst appetitlich. Das wissen Alle und trotzdem vernachlässigen die meisten Menschen die Pflege derselben doch so sehr oder fangen dann erst damit an, wenn nichts mehr daran zu pflegen ist. Namentlich sind die Mütter, zumal von Mädchen, sehr tadelnswerth, wenn sie nicht schon dem kleinen Kinde das gehörige Reinigen der Zähne zur anderen Natur machen. Die Ursachen des Hohlwerdens der Zähne sind Säuren und faulige Processe; die ersteren lösen die Kalksalze, die letzteren die organischen Substanzen des Zahngewebes auf. Die richtige Pflege der Zähne besteht nun aber hauptsächlich darin, daß man die Bildung der bei der Fäulniß (s. S. 67) auftretenden Zahnpilze so viel als möglich zu verhindern und diese zahnzerstörenden Schmarotzer so schnell als möglich zu entfernen oder unschädlich zu machen sucht. Zu diesem Zwecke ist zuvörderst das fleißige Bürsten der Zähne (womöglich nach jeder Mahlzeit) mit reinem, unverdünntem Spiritus (Eau de Cologne) oder mit einer schwachen Lösung von übermangansaurem Kali*) nöthig, damit die Speisereste nicht zum

*) Das Wasser darf durch das übermangansaure Kali nur hellroth gefärbt werden, dunkler gefärbtes Wasser färbt die Zähne braun; ein Uebelstand, der sich durch Putzen wieder gut machen läßt.

Faulen kommen, denn in faulenden (übelriechenden) thierischen Stoffen bilden sich und gedeihen jene Zahnschmarotzer am besten, während der fäulnißwidrige Spiritus (mit Essigäther, 3,75 auf 30,0 Spiritus, vielleicht mit etwas Vanilletinktur oder Pfefferminzöl u. dergl. parfümirt) und das übermangansaure Kali die Wiege und das Leben derselben zerstört. Das Bürsten der Zähne mit diesen Flüssigkeiten allein wird nun aber das Anlegen von grünlichen und schwärzlichen Massen an die Ränder und auf die Kauflächen der Zähne nicht verhindern, deshalb wird noch das Abscheuern der Zahnkrone mit einem feinen Pulver (Zahnpulver) unentbehrlich. Das Zahnpulver dient ferner dazu, die vorhandenen Säuren, welche theils mit den Nahrungsmitteln (Essig, Obst) in den Mund gelangen, theils sich dort aus den Speiseresten bilden, unschädlich zu machen. Aus diesem Grunde muß aber ein alkalisches Zahnpulver gewählt werden, welches keine Stoffe beigemengt enthält, die entweder als Säuren wirken oder Säure erzeugen. Schädliche Beimischungen sind: Cremor tartari, Milchzucker u. s. w. Zweckmäßige Zahnpulver sind: Schlemmkreide, kohlensaure Magnesia und besonders der präcipitirte kohlensaure Kalk, der sicher keine scharfkantigen und grobkörnigen Bestandtheile, die den Zähnen schädlich sind, enthält. Er kann mit Pfefferminzöl u. dergl. parfümirt werden. Von Zahnpulvern sind die weißen und rothen den schwarzen (aus Holzkohle) darum vorzuziehen, weil sich letztere zwischen Zähne und Zahnfleisch eindrängen und so den Zahnfleischrand grau färben. Zum Putzen der Zähne wähle man eine nicht zu scharfe Zahnbürste und führe dieselbe nicht blos horizontal, sondern auch senkrecht über die Zähne, damit die Borsten derselben besser in die Lücken zwischen den Zähnen eindringen können. Wenn sich dann, trotz des Putzens der Zähne mit Spiritus und Pulver doch noch hier und da schwarze Stellen an den Zähnen zeigen, so müssen diese mit einem spitzigen und scharfen Instrumente vorsichtig abgekratzt werden. Der aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk, Schleim u. s. w. bestehende sogen. Zahnstein, welcher sich aus dem Speichel niederschlägt, reizt das Zahnfleisch. Hierdurch werden die Hälse und Wurzeln der Zähne mehr und mehr bloßgelegt und die letzteren gelockert. Der Zahnstein muß vorsichtig abgekratzt werden, er darf nie durch auflösende Mittel entfernt werden. Alle Mittel, die den Zahnstein auflösen, wirken schädlich auf die Zähne. Allerdings giebt es noch andere Ursachen des Zahnfraßes, als die Fäulniß und Säuren, z. B. Entzündungen in Folge heftigen Druckes oder starker Kälte- und Hitze-Einwirkung auf die Zähne, allein in den allermeisten Fällen rührt die Verderbniß der Zähne von den genannten Ursachen her. Hohle Zähne müssen sobald als möglich, nicht erst wenn sie schmerzen, ausgefüllt (plombirt) werden. — Wer nun von den Lesern dieser Zeilen garstige Zähne hat, der eile sofort zu einem tüchtigen Zahnarzt, lasse retten und reinigen, was noch zu retten ist, und behandle dann seine Ueberbleibsel auf die angegebene Weise. — Nicht selten sind scharfe Spitzen oder Kanten an den Zahnkronen Grund von Entzündung und Geschwüren an der Zunge und Wange; diese Spitzen müssen abgefeilt werden. Zu vermeiden sind: metallene Zahnstocher; zu unterlassen: das Zerbeißen harter Gegenstände (Zucker, Nüsse u. dergl.) — Leicht blutendes, schlaffes Zahnfleisch verliert sich bei richtiger Mundpflege; man darf sich aber dabei durch das Bluten nicht von dem Gebrauche der Zahnbürste abhalten lassen. Zusammenziehend wirken Spiritus, Rum u. dergl. mit Wasser gemischt.*)

Der **üble Mundgeruch** ist eines der verbreitetsten und widerwärtigsten Uebel; er wird in der Regel, gewissermaßen zur Entschuldigung des Riechenden, Uebeln der verschiedensten Art zugeschrieben und soll bald aus dem Magen,

*) Ausführlicheres über Zahn- und Mundflege findet der Leser in der gekrönten Preisschrift von Süersen, Anleitung zur Pflege der Zähne und des Mundes, nebst einem Anhang: über künstliche Zähne. 9. Auflage. Leipzig, Ernst Keil 1877.

bald aus der Lunge stammen. Er hat aber fast immer, wenigstens bei sonst gesunden Menschen, seinen Grund in Unreinlichkeit und falscher Behandlung der Mundhöhle. Er ist dann nämlich das Product der Fäulniß organischer Nahrungsmittel, die sich in den Lücken zwischen den Zähnen oder in den Höhlen hohler Zähne verbergen. Auch bei dem sorgfältigsten Putzen mit Zahnpulver, Ausstochern, Ausspülen und Bürsten der Zähne lassen sich diese Speisereste nicht vollständig entfernen und deshalb ist es die Aufgabe einer richtigen Behandlung der Mundhöhle, die Fäulniß jener Stoffe zu verhindern. Dies läßt sich aber, auch bei falschen Zähnen, durch täglich (ein- und mehrmaliges) Putzen der Zähne mit den oben angegebenen Flüssigkeiten leicht ermöglichen. Jedenfalls wird die Reinlichkeit dadurch noch vermehrt, daß man die hohlen Zähne öfters vom Zahnarzte reinigen und ausfüllen läßt. Hohle Zähne, die nicht mehr ausgefüllt (plombirt) werden können, müssen ausgezogen werden, weil sie nie gehörig rein gehalten werden können und nur zu leicht eine wahre Brutstätte für die Zahnpilze und damit eine beständige Gefahr für die gesunden Zähne werden. So empfehlenswerth übrigens das Mundausspülen und Zahnausstochern nach dem Essen ist, so soll man doch selbstverständlich damit Anderen nicht eklig werden, wie dies so oft geschieht. Der Eltern Aufgabe ist es, bei ihren Kindern schon in der frühesten Jugend auf die gehörige Reinigung der Zähne zu sehen, weil dadurch gleichzeitig die Zähne für das Alter gesund erhalten werden. Der Gebrauch der in neuerer Zeit viel angepriesenen salicylsäurehaltigen Zahnpulver und Mundwässer ist entschieden zu verwerfen, weil die Salicylsäure ähnlich wie andere Pflanzensäuren die Kalksalze der Zähne auflöst und so direct zur Entstehung der Zahnfäule Anstoß geben kann.

Der **Schlundkopf** und die **Speiseröhre** (der Schlund siehe S. 268), — d. s. die fleischigen Kanäle, welche der Bissen, nachdem er die Mundhöhle verlassen hat, passiren muß, und welche keine verdauende Einwirkung auf die Nahrung ausüben, — werden seltener von gefährlichen Krankheiten befallen, am häufigsten noch von Entzündung, Verschwärung und Verengerung in Folge von Einwirkung ätzender Substanzen (Scheidewasser, Vitriolöl), sehr heißer Speisen und Getränke, oder spitziger Gegenstände (Fischgräten, Knochensplitter). Man achte deshalb gehörig auf das, was man verschluckt. — Ueber das Steckenbleiben fremder, besonders spitziger Körper in der Speiseröhre wird später, bei den Uebeln dieser Röhre, gesprochen werden. — Vom Schlundkopfe aus gerathen bisweilen verschluckte Gegenstände in die vom Kehldeckel überdeckte Stimmritze und Luftröhre (falsche Kehle) und zwar dann, wenn man gleichzeitig Athem holt und schluckt, oder wenn durch tiefes Athemholen glatte Gegenstände (Zahnstocher, Federkiele) aus der Mundhöhle in die Luftröhre (falsche Kehle) gezogen werden. Es ist deshalb eine sehr gefährliche und leichtsinnige Angewöhnung, mit solchen Sachen im Munde zu spielen. Denn werden diese in die Luftröhre eingezogenen Gegenstände durch das heftige Husten, welches sofort eintritt, nicht wieder aus den Luftwegen herausgeworfen, so kann recht leicht der Tod erfolgen, auch wenn durch Aufschneiden der Luftröhre der fremde Körper daraus entfernt wurde.

Um den **Magen gesund** und für die Verdauung tauglich zu erhalten, ist demselben zuvörderst der nöthige Raum zu seiner ge-

hörigen Ausdehnung und Bewegung bei seiner Füllung zu verschaffen. Es sind deshalb beim und nach dem Essen alle die Oberbauchgegend einengenden Kleidungsstücke, wie Schnürleib, Unterrocksbänder, enge Hosenbunde und Westen, Riemen ꝛc., so viel als nur möglich, locker zu machen oder zu entfernen. Ueberhaupt ist die Beengung des Magens durch den stark vorgebeugten Oberkörper im Sitzen, nicht blos nach dem Essen, sondern stets zu vermeiden. — Sodann vermeide man häufigere Ueberfüllungen des Magens mit Nahrungsmitteln, vorzugsweise aber mit schwerverdaulichen. Denn beim Genusse sehr großer Portionen, besonders von Fleisch, wird nicht nur der Magen über Gebühr erweitert und durch das zu lange Verweilen der Nahrungsstoffe beschwert, sondern auch die Verdauung gestört und ein Theil des Genossenen geht unverdaut mit dem Kothe fort. — Von sehr reizenden Genußmitteln, besonders von gewürzhaften und stark spirituösen (s. S. 486), darf nicht zu oft und nicht zu viel genossen werden, weil diese der Magenschleimhaut leicht Katarrhe mit ihren schlimmen Folgen zuziehen können. Hierher gehört auch große Kälte des Getränks und kann die neuerdings immer mehr zu beobachtende Vorliebe für Fruchteis und eiskalte Getränke nicht scharf genug getadelt werden, da sie unstreitig eine der Hauptursachen der mehr und mehr überhandnehmenden chronischen Magenleiden ist. Ebenso ist die Tabakssauce, die mit dem Speichel verschluckt wird, der Magenschleimhaut sehr verderblich. — Daß giftige Stoffe (zu denen auch viele Arzneien gehören) und harte, besonders spitzige fremde Körper (s. S. 506) vom Magen fern zu halten sind, versteht sich wohl von selbst. — Warmhalten der Magengegend thut dem Magen sehr wohl und unterstützt den Verdauungsproceß. — Das Verhalten vor, während und nach dem Essen (s. S. 525) ist nicht ohne Einfluß auf das Wohlergehen des Magens. Auch ist durch kräftiges Athmen und zweckmäßige Körperbewegung der Blutlauf in der Magenwand, sowie die Zusammenziehung derselben zu unterstützen.

Der **Dünndarm**, neben dem speisebreibildenden Magen das Hauptorgan der Verdauung und zwar der Speisesaftbildung, welcher sich ziemlich unempfindlich zeigt und fast niemals bei seinen Krankheiten Schmerzen empfinden läßt, ist ganz besonders empfindlich gegen Erkältung des Bauches. Die sehr gefährliche Kindercholera, sowie überhaupt die Brechdurchfälle, haben ihren Grund vorzugsweise in einem Kaltwerden des Bauches. Warmhalten desselben ist deshalb für den Dünndarm sehr dienlich. Ja der Ausbruch der asiatischen Cholera scheint hauptsächlich durch eine Erkältung des Bauches veranlaßt zu werden, weshalb das Tragen einer Leibbinde zur Zeit, wo die Cholera herrscht, und zwar ganz besonders in der Nacht, von ganz ausgezeichnetem Nutzen ist. — Durch tiefes Athmen, durch Bewegungen, besonders durch solche, welche die Bauchmuskulatur in Thätigkeit setzen und

den Pfortaderblutlauf (s. S. 238) sowie das Fortschaffen des Darminhaltes und Speisesaftes befördern, wird das Wohlsein des Dünndarmes bedeutend unterstützt.

Der **Dickdarm**, welcher eine sehr große Empfindlichkeit besitzt, wird dadurch am besten vor Krankheit geschützt, daß man auf regelmäßige Entleerung desselben hält. Diese darf aber nicht durch Abführmittel, welche nur den an der Verstopfung ganz unschuldigen Magen und Dünndarm maltraitiren, bewirkt werden, sondern durch Klystiere, welche von warmem Wasser (mit Oel, Salz, Seife) zu bereiten und gehörig hoch in den Darm hinauf zu drücken sind. — Auch Kaltwerden des Bauches veranlaßt sehr leicht Katarrh der Dickdarmschleimhaut (Durchfall mit Leibschmerz oder Kolik) und dessen langwierige Folgezustände. — Die sogen. Hämorrhoidalleiden, welche vorzugsweise dem Mastdarme zukommen, lassen sich durch Förderung des Pfortaderblutlaufs (s. S. 238 und später bei Unterleibsbeschwerden) verhüten und heilen. — Da die Auffaugung im Dickdarme eine sehr lebhafte ist und die verdauende Kraft des Dickdarmsaftes noch auflösend auf die eiweißstoff- und stärkemehlhaltigen Nahrungsmittel wirkt, so ist eine Ernährung durch Klystiere bei behinderter Nahrungsaufnahme ermöglicht, nur müssen leichtverdauliche Nahrungsstoffe durch das Klystier beigebracht werden.

Im Wurmfortsatze des Blinddarmes erzeugen nicht selten verschluckte und eingekeilte feste Körper (Kerne, Körner u. dergl.) eine Durchbohrung dieses Fortsatzes mit nachfolgender tödtlicher Bauchfellentzündung. Im Blinddarme selbst häufen sich bisweilen größere Mengen von genossenen, meistens unverdaulichen Nahrungsstoffen an, welche Druck in der rechten unteren Bauchgegend und hartnäckige Verstopfung veranlassen. Wird diese nicht bald durch Klystiere gehoben, so kann eine gefährliche Blinddarmentzündung zu Stande kommen.

**Uebergang des Genossenen aus dem Verdauungsapparate in das Blut.** Die in den Verdauungsapparat aufgenommenen Stoffe, mögen sie nun Nahrungsstoffe oder andere, gefährliche oder ungefährliche Substanzen sein, werden, wenn sie von Haus aus flüssige sind oder im Verdauungsapparate flüssig gemacht (blos aufgelöst oder verdaut) wurden, von hier in den Blutstrom geführt. Dies geschieht aber auf doppeltem Wege, entweder auf einem Umwege und zwar durch die Saugadern (Lymphgefäße) oder ganz direct durch die Haargefäße. Der erstere Weg führt durch Saugadern und Lymphdrüsen zum Milchbrustgange (s. S. 211) und durch diesen in die linke Schlüsselbeinblutader; auf dem letztern Wege gelangen dagegen die aufgenommenen Stoffe sofort in das Blut, und zwar zunächst in das der Pfortader und der Leber. Die in die Haargefäße eindringenden flüssigen Stoffe können dem Gesetze der Endosmose nach nur solche sein, welche dem Blute unähnlich sind (Wasser, Salze, Gifte, Arzneien u. s. w.), während die dem Blute ähnliche, mit Hülfe der Verdauung

aus den Nahrungsstoffen gezogene Flüssigkeit, der Speisesaft oder Chylus, durch die Lymphgefäße fortgeschafft wird.

Der Nahrungsstoffsaft, Chylus (s. S. 212), dringt weniger im Magen als im Darmkanale, vorzugsweise aber durch die Zotten der Dünndarmschleimhaut in die Lymphgefäße ein und wird in diesen durch mehrere Lymphdrüsen (Follikel, Gekrösdrüsen) hindurch zum Milchbrustgange geschafft. In den Drüsen (s. S. 215) wird der Speisesaft durch Eintritt von Blutbestandtheilen aus den Blutgefäßen und von Lymphkörperchen dem Blute schon etwas ähnlicher gemacht (assimilirt). — Der Lauf des Speisesaftes innerhalb der Lymphgefäße wird durch verschiedene Hülfsmittel unterhalten, zunächst durch die Zusammenziehung der muskulösen Lymphgefäßwände, sodann durch den Druck, welchen die Darmbewegungen und die Zwerchfell-, sowie Bauchmuskelzusammenziehungen auf die gefüllten Lymphgefäße ausüben; auch hat darauf ohne Zweifel noch der ansaugende Zug des beim Einathmen sich erweiternden Brustkastens großen Einfluß. — Zur Unterstützung der Speisesaftfortbewegung müssen wir sonach kräftiges Athmen und Bauchmuskelbewegungen anwenden, sowie auch der Stuhlträgheit und der Dickflüssigkeit des Speisesaftes (durch fleißiges Trinken bei und nach dem Essen) entgegen zu arbeiten suchen.

Ein sehr dickflüssiger Speisesaft, wie er bei kleinen Kindern vorkommt, die anstatt mit Milch mit Brei aufgefüttert werden, kann die äußerst feinen Räume der Gekrösdrüsen verstopfen und so nicht nur eine Anschwellung, sondern auch eine Verstopfung derselben veranlassen. Wurden hiervon viele dieser Drüsen betroffen, dann muß der Uebergang des Speisesaftes in das Blut erschwert und gehemmt sein und deshalb Blutarmuth und Abzehrung eintreten. Dieser Zustand wird Unterleibsdrüsen-Schwindsucht oder Bauchscropheln genannt und findet sich bei kleinen Kindern, die trotz allen Essens doch verhungern und an Auszehrung sterben.

Die flüssigen und verflüssigten Stoffe, welche aus dem Magen und Darmkanale geradenwegs in den Blutstrom eintreten, dringen in solche Haargefäße, die ihr Blut in die Pfortader ergießen. Mit dem Pfortaderblute strömen sie dann durch die Leber hindurch und gelangen, wenn sie in der Leber nicht mit den Gallenbestandtheilen wieder aus dem Blute entfernt werden, durch die Lebervenen in die untere Hohlader und die rechte Herzhälfte. Um die Aufnahme der Stoffe aus dem Verdauungsapparate in das Pfortaderblut zu unterstützen, muß der Pfortaderblutlauf (s. S. 238) im flotten Gange erhalten werden und dies ist zu ermöglichen: durch kräftiges tiefes Athmen, passende Bewegungen, besonders durch Bethätigung der Bauch- und Darmmuskelzusammenziehungen, zweckmäßige Kost, gehörige Leibesöffnung, reichliches Wassertrinken (zur Verdünnung des dicklichen fettreichen Pfortaderblutes) während der Verdauung. Ausführlicheres hierüber siehe später bei Unterleibsbeschwerden oder Pfortaderstockungen.

## C. Pflege des Athmungsproceſſes.

Auf der Athmung, mit deren Hülfe wir die Lebensluft (Sauerſtoff) in unſer Blut ſchaffen und die wir nur wenige Minuten miſſen können, beruht das Leben. Dieſes iſt ſofort gefährdet, ſobald wir keine gute atmoſphäriſche Luft zum Athmen haben oder ſobald unſer Athmungsapparat in ſeiner Function erheblich geſtört wird. Es ſind deshalb die hauptſächlichſten

**Regeln für das Athmen:**

1) Man ſuche ſtets, und nicht blos bei Tage, ſondern auch bei Nacht, eine **friſche, reine Luft** einzuathmen und

2) Den **Athmungsapparat** in gehöriger Ordnung zu halten, vorzugsweiſe die **Lungen** vor Krankheit zu ſchützen.

I. Eine gute atmoſphäriſche Luft, mit der gehörigen Sauerſtoffmenge, iſt die erſte Bedingung zum richtigen Vonſtattengehen der Athmungsthätigkeit und zum Geſundbleiben der Athmungsorgane. Gut und rein iſt aber die Luft, wenn ſie die gehörige Menge ihrer ganz beſtimmten Beſtandtheile (nämlich: von Stickſtoff, Sauerſtoff und Waſſerdampf), daneben aber nicht auch noch andere Stoffe (in Luft-, Staub- oder Rauchform) enthält, welche entweder die Beſchaffenheit des Blutes oder die der Athmungsorgane, beſonders der Lungen, ſchlecht machen können. Unter den ſchädlichen Beimiſchungen zur atmoſphäriſchen Luft ſtehen, hinſichtlich ihrer Gefährlichkeit, Kohlenſäure, Kohlenoxydgas und die durch Lunge und Haut ausgeathmeten organiſchen Stoffe oben an. Auch iſt das Einathmen von Cloakengaſen, ſowie von ſchädlichen Dämpfen, feinem Staube und Rauch nachtheilig.

Daß ſich der Sauerſtoff der atmoſphäriſchen Luft ſelbſt in geſchloſſenen Räumen mit vielen Menſchen nicht ſehr vermindert, hat darin ſeinen Grund, daß unſere Fenſter, Thüren und Wände nicht luftdicht ſchließen und deshalb eine fortwährende Erneuerung der Luft zulaſſen. Dagegen wird die Luft eines Lokales, in welchem ſich viele Menſchen (und Thiere) längere Zeit aufhalten, durch die Ausdünſtungen derſelben bald ſo ſchlecht, daß ſie das Athmen erſchweren und die Geſundheit ſtören kann. Vorzüglich iſt es die Kohlenſäure, die ſich hier anhäuft, weil jeder Menſch und jedes Thier dieſe ſchädliche Luftart fortwährend ausathmet. Dieſe Verunreinigung der Luft wird dann ſehr oft noch durch menſchliche und thieriſche Ausdünſtungsſtoffe, durch Tabakrauch, Holz- und Kohlendunſt vermehrt. Licht-, Lampen- und Gasflammen verunreinigen ebenfalls durch Kohlenſäure, wie durch die Producte der unvollſtändigen Verbrennung die Luft. Um die Luft

in einem Zimmer rein und gesund zu erhalten ist es durchaus nöthig, die unreine Luft aus demselben zu entfernen und durch frische von außen zu ersetzen. Deshalb müssen solche Zimmer, in denen viele Menschen längere Zeit sich aufzuhalten gezwungen sind, also ganz besonders Schul- und Arbeitslokale, sehr geräumig und gut ventilirt sein, dürfen nicht mit Kindern und Arbeitern überfüllt und müssen öfters längere Zeit gelüftet und gereinigt werden. Durch Räucherung läßt sich niemals die Erneuerung der Luft ersetzen. — Ganz besonders ist im Schlafzimmer auf reine und gute Luft zu halten. Ein gesundes Schlafzimmer muß geräumig, hell und sonnig sein und auch während des Schlafes (durch natürliche oder künstliche Ventilation) Gelegenheit zur Lufterneuerung geben. Es darf nicht zum Trockenplatz für Kinderwäsche, nicht als Aufbewahrungsort schmutziger Kleidungsstücke u. dergl. benutzt werden. — Die verbreitete Ansicht, daß wir durch Pflanzen im Zimmer die Luft zu verbessern vermögen, weil jedes grüne Blatt unter dem Einflusse des Lichts Kohlensäure verzehrt und Sauerstoff dafür abgiebt, hat sich nach neueren Untersuchungen nicht bestätigt, weil die Arbeitsleistung einzelner Pflanzen verschwindend klein ist. Die Arbeitskraft von 20 Blumentöpfen würde nach Pettenkofer noch lange nicht hinreichen, um die Kohlensäure zu zerlegen, welche auch nur ein Kind in gleicher Zeit ausathmet. Auch im Freien läßt sich kein Einfluß der Pflanzenwelt auf den Kohlensäure- und Sauerstoffgehalt der Atmosphäre nachweisen. Der Sauerstoffgehalt ist in der Waldluft nicht größer als in der Seeluft oder in der Wüstenluft. Diese Thatsachen werden erklärlich, wenn man die Beweglichkeit und die Masse des Luftmeeres bedenkt, welches den Erdball umfließt. Die durchschnittliche Geschwindigkeit der Luft im Freien beträgt bei uns etwa 3 Meter in der Secunde; selbst bei anscheinend völliger Windstille beträgt sie noch mehr als $^1/_2$ Meter. Wenn man da eine Luftsäule nur von 100 Fuß Höhe und von mittlerer Geschwindigkeit annimmt, so rechnet es sich heraus, daß die Kohlensäure aus allen Lungen und Schornsteinen von Paris und Manchester nicht ausreicht, den Kohlensäuregehalt der darüber hinziehenden Luft so zu vermehren, daß wir mit unseren Methoden eine merkliche Veränderung nachweisen können. Dagegen läßt sich in geschlossenen Räumen die Zunahme der Kohlensäure leicht nachweisen, wenn auch nur kleine Mengen entwickelt werden.

Die Kohlensäure (s. S. 43), eine der für den Menschen gefährlichsten Luftarten, kann nur dann eingeathmet werden, wenn sie mit anderen Gasen vermengt ist; reine Kohlensäure ist irrespirabel, weil sie sofort Verschluß der Stimmritze (Stimmritzenkrampf) erzeugt. Der Kohlensäuregehalt der reinen Atmosphäre beträgt im Mittel etwa $^1/_2$ Tausendstel. Nach Pettenkofer dient in bewohnten Räumen der Kohlensäuregehalt der Luft als Maßstab, mit welchem alle sonstigen Verunreinigungen gemessen werden, welche der Luft durch den Athmungsproceß und die Hautausdünstung zugeführt werden. Vorausgesetzt, daß in dem betreffenden Raume keine anderen Kohlensäure-

quellen als die Menschen vorhanden sind, bezeichnet ein Gehalt von 1 Tausendstel Kohlensäure die Grenze zwischen guter und schlechter Luft. Bei einem Gehalt von 1 Proc. Kohlensäure empfindet man schon merkliches Unbehagen und 10 Proc. hält man für die Grenze, von welcher an das Leben gefährdet wird. Die Kohlensäure wirkt um so schädlicher, je mehr davon in der eingeathmeten Luft ist, und je länger man in solcher Luft athmet. Da nämlich bei einem größern Kohlensäuregehalte der Luft der Austritt der Kohlensäure aus unserm Blute erschwert ist, so wird die dadurch erzeugte Ueberfüllung des Blutes mit diesem schädlichen Gase den gesammten Stoffwechsel beeinträchtigen. Die Folge des Einathmens einer an Kohlensäure zu reichen Luft kann rasch eintretendes Unwohlsein, selbst Ohnmacht und Erstickungstod sein. Die ersten Zeichen der Kohlensäurevergiftung bestehen in heftigem, klopfendem Kopfschmerz, Ohrensausen, Schwindel, Athemnoth, Brustbeklemmung, Herzklopfen, bläulicher Röthe des Gesichts. Häufiger aber entwickeln sich die nachtheiligen Folgen ganz langsam und allmählich und werden deshalb nicht erkannt und ganz anderen Ursachen zugeschrieben. — Eine Verunreinigung der Luft geschlossener Räume mit Kohlensäure kann zu Stande kommen: durch die Lungen- und Hautausdünstung von Menschen und Thieren sowie durch jeden Verbrennungsproceß (in den Oefen, bei jeder künstlichen Beleuchtung). In größerer Menge kann sich Kohlensäure in Kellern mit gährendem Weine, in Kohlengruben, Kalköfen, Brauereien und Brunnen anhäufen, und deshalb muß man solche Orte nur mit Vorsicht betreten. Man vergleiche hierüber weiter unten die Gesundheitsregeln für die verschiedenen Berufsarten.

Das Kohlenoxydgas, der Hauptbestandtheil des sogen. Kohlendunstes, welcher neben Kohlenoxyd noch Kohlensäure, Kohlenwasserstoffgas und brenzliche Stoffe enthält, ist eine dem Leben sehr gefährliche Luftart, die schon sehr oft Schlafenden den Tod gebracht hat, denn in einer Luft, welche nur $^1/_2$ Procent Kohlenoxydgas enthält, sterben Menschen und Thiere. Der Kohlendunst entwickelt sich um leichtesten in Zimmern, sobald beim Glühen von Kohlen im Ofen die Ofenklappe zu früh geschlossen wird, was leider trotz der vielen Unglücksfälle nur zu oft noch geschieht. Auch in anderen Fällen, wo eine unvollkommene und langsame Verbrennung (mit erstickter Flamme) vor sich geht, wie beim einfachen Feuern auf Kohlenpfannen, Kohlenbecken, Kohlentöpfen u. dergl. in geschlossenen Räumen, bildet sich dieses gefährliche Kohlenoxydgas, dessen Gegenwart sich leider nur wenig bemerklich macht und mit Sicherheit schwer nachzuweisen ist. Beim Plätten der Wäsche die Plätteisen in offenen Becken mit glühenden Kohlen, welche mit in der Plättstube stehen, zu erhitzen ist sehr nachtheilig und erzeugt sehr bald bei den Plätterinnen Kopfschmerzen, Schwindel, Unwohlsein. Ebenso wirken die Plätteisen, welche durch eingefüllte glühende Holzkohlen geheizt werden (Kohleneisen), sehr schädlich. Das Kohlenoxydgas ist auch das Giftige im Pulverdunst (welcher dasselbe von 4—10 Proc. enthält), der manchmal (bei Sprengungen in Bergwerken) die Minen- oder Pionierkrankheit erzeugt. Die beim Verpuffen von Schießbaumwolle entstehenden Gase enthalten bis zu 28 Proc. Kohlenoxyd. Ueber die Behandlung der Kohlenoxydvergiftung siehe später bei der Behandlung Bewußtloser und Verunglückter.

Auch das Leuchtgas hat schon öfters heftige Erkrankungen, sowie Todesfälle herbeigeführt. Seine giftige Wirkung rührt zumeist von Kohlenoxydgas her, welches es oft in nicht unbeträchtlichen Mengen enthält. Nicht nur aus offengebliebenen Gasbrennern, durchlässigen Gummischläuchen der beweglichen Lampen, sondern auch aus schadhaften Gasröhren, sogar solchen, welche in der Nachbarschaft eines Hauses im Boden liegen, kann Gas in die Zimmer austreten. Besonders im Winter übt das wärmere Wohnhaus einen Zug auf das im kalten Boden ausgetretene Gas aus. Glücklicherweise verräth sich dieses ausgetretene, unverbrannte Gas durch seinen üblen Geruch. Sobald man einen

solchen Geruch in einem Lokal wahrnimmt, müssen sofort alle brennenden Stoffe Kerzen entfernt, Thüren und Fenster geöffnet, die Haupthähne der Leitungsröhren geschlossen und die Quelle der Ausströmung erforscht und verstopft werden. Man hüte sich in einem solchen Lokale einen brennbaren Körper, und wäre es auch nur ein Zündhölzchen, anzuzünden. Brennt schon entwichenes Gas an einer Stelle, so lösche man dasselbe durch Ueberdecken mit nassen Tüchern. — Um sich zu überzeugen, ob eine Gasleitung vollkommen schließt, drehe man alle Hähne im Hause zu und vergleiche, ob der Gasmesser längere Zeit unverändert bleibt; ist dies der Fall, so schließt die Leitung luftdicht.

Die stechend scharf riechenden Cloakengase, besonders das nach faulem Ei riechende Schwefelwasserstoffgas (welches auch blankes Metall, sowie mit weißer Oelfarbe Angestrichenes schwärzlich färbt), können unvorsichtigen Cloakenarbeitern sehr schnell den Tod bringen. Aber auch ganz allmählich und unmerklich können diese Gase die Gesundheit untergraben, wenn sie aus der Abtrittsgrube in die Luft der Zimmer (besonders der Schlafzimmer) eindringen. Die giftige Wirkung des Schwefelwasserstoffgases beruht darauf, daß es den Sauerstoff der Blutkörperchen an sich reißt und dadurch Sauerstoffmangel des Blutes und bei entsprechender Menge Erstickung veranlaßt. Aehnlich verhält sich das Phosphorwasserstoffgas (s. S. 48), welches sich in Cloaken und in der Sumpfluft findet.

Schädliche (saure, scharfe und mineralische) Dämpfe, z. B. von Chlor, salpetriger und schwefliger Säure, Brom, Ammoniak, Phosphor, Quecksilber, Blei, Arsenik u. dergl., mischen sich bei gewissen Beschäftigungen und Gewerben der einzuathmenden Luft bei und sind der Gesundheit äußerst nachtheilig. Wer mit derartigen Stoffen in Berührung kommt, muß soviel als nur möglich das Eindringen derselben in die Lungen zu verhüten suchen. Vor allen Dingen lerne aber Jeder, und dafür sollte jeder Arbeitgeber bei seinen Arbeitern sorgen, das Material, womit er umgeht und arbeitet, sowie überhaupt die giftigen Stoffe und die Mittel zu deren Vermeidung kennen, um sich vor Vergiftung zu bewahren. — Im Allgemeinen beobachte man, wenn man in unreiner und schädlicher Luft zu athmen gezwungen ist, folgende Regeln: Man sichere die Athmungsorgane vor dem Eindringen schädlicher Dämpfe durch Vorbinden eines Respirators, eines dünnen Tuches oder eines Schwammes vor Mund und Nase. Wenn es sich um Arbeiten in verpestenden und giftigen Gasen handelt, muß der Schwamm von Zeit zu Zeit mit einer neutralisirenden Flüssigkeit getränkt werden. Geht dies nicht, dann behalte man wenigstens den Mund geschlossen und athme blos durch die Nase ein, so daß die unreine Luft nicht mit allen ihren schädlichen Stoffen und nicht zu schnell in die Lungen gelangt. Man halte ferner die Luft im Arbeitslokale durch gehörige Ventilation und Sprengung mit Wasser so rein und staubfrei als möglich.

John Tyndall hat einen Respirator construirt, welcher nicht blos, wie die Baumwolle, gewöhnlichen Staub, sondern auch reizende Dämpfe zurückhält, welche von der Baumwolle nicht aufgehalten werden. Derselbe besteht aus folgenden, zwischen einem Drahtnetz befindlichen Schichten: mit Glycerin befeuchtete Baumwolle, trockene Baumwolle, Kohlenstücke, trockene Baumwolle, Aetzkalk. Die Reihenfolge der darin vorhandenen Schichten ist gleichgültig; die Kalkschicht kann weggelassen werden, wenn es nicht darauf ankommt, die Kohlensäure aus der Luft zu absorbiren. Feuerwehrleute, für welche dieser Respirator besonders bestimmt ist, können sich beim Gebrauche desselben ohne alle Beschwerde beliebig lange Zeit in dunst- und raucherfüllten Räumen aufhalten. Aehnlich ist der Inhalationsrespirator von Bäschlin.

Arsenik, in Staub- und Dampfform, wird sehr oft so unmerklich eingeathmet, daß die dadurch erzeugten Leiden allen möglichen anderen Ursachen zu-

geschrieben werden. So können z. B. manche mit arsenikhaltigem Grün und Roth gefärbten Gegenstände Tapeten, Fenstervorsetzer, Fliegenfenster, Rouleaux, Kleiderstoffe, künstliche Blumen und Lampenschirme giftig wirken.

Staubige Luft. Der Staub ist für die Athmungsorgane um so nachtheiliger, je feiner und härter derselbe ist. Er erzeugt sehr leicht eine mit Husten verbundene Reizung und Entzündung der Luftwege-Schleimhaut, die zu bleibendem chronischen Katarrh, widernatürlicher Erweiterung der Lungenbläschen und Luftröhren ausarten kann. Der eingeathmete Staub wird zum Theil von dem Schleime der Luftwege aufgehalten und durch die Flimmerbewegungen derselben oder durch Räuspern und Husten wieder ausgeworfen; zum andern Theile gelangt er in das Lungengewebe, wie dies für den Kohlenstaub, Metall-(Eisen-)staub, Kieselstaub und Tabaksstaub sicher nachgewiesen und für alle anderen Staubarten wahrscheinlich ist. Bedeutender Schutz erwächst schon daraus, daß man sich angewöhnt, durch die Nase und nicht durch den Mund Athem zu holen, weil im Nasenschleime viel Staub hängen bleibt. Staubige Luft ist, zumal für die schwache Brust jugendlicher Arbeiter, von großem Nachtheile. Deshalb muß Jeder, den sein Beruf zwingt in staubiger Luft zu arbeiten, dahin streben, so wenig als möglich Staub einzuathmen. Zu diesem Zwecke binde man vor Mund und Nase eine Drahtmaske, die mit dünnem Zeuge bezogen und mit einer Einlage von Glycerinwatte versehen ist, einen Watte-Respirator,*) ein feuchtes Tuch oder einen feuchten Schwamm, athme, und zwar ruhig, mehr durch die Nase als durch den Mund. Die Arbeitsräume suche man zweckmäßig zu ventiliren und sprenge sie häufig und stark mit Wasser. Vieles Sprechen, Singen und tiefes Athmen muß in staubiger Atmosphäre unterbleiben.

Rauchige Luft, vorzüglich auch die mit vielem Tabaksrauch angefüllte, ist ein Feind der Athmungsorgane. Besonders müssen Personen, welche leicht heiser werden und an Husten leiden, rauchige Luft ängstlich meiden.

Reine Luft ist das Hauptmittel zur Erhaltung der Gesundheit. Die reine Luft, insbesondere die sonnige Waldluft, ist es auch, welche die Heilung der meisten Krankheiten unterstützt, und welcher die Badekuren, Reisen und Sommerfrischen zum größten Theile ihre günstige Wirkung auf Gesunde und Kranke verdanken. Der Mangel freier Luft dagegen in engen, finsteren, besonders Hof- und Keller-Wohnungen, in niedrigen mit Menschen überfüllten Räumen, in dunklen Geschäfts- und Arbeitslokalen, in schmutzigen Hütten und Kellern, der ist es, welcher allmählich ein unheilvolles Siechthum erzeugt, das niemals durch Arzneien, sondern nur durch reine Luft (natürlich neben zweckmäßiger Nahrung und vernünftiger Lebensweise) zu heben ist. Am meisten leiden die Kinder durch den Mangel an reiner Luft und zwar ebenso im Hause, wie in der Schule. Ein Hauptgesetz für den Menschen, zumal für den zu sitzender Lebensweise und zum Aufenthalte in düsterer Wohnung gezwungenen ist es: **so oft als nur möglich die reine Luft zu genießen,** jedoch mit der Vorsicht, dabei zu große Hitze und Kälte, rauhe Winde und Luftzug, Nässe und Staub zu vermeiden. Gesteigert wird der Vortheil des Luftgenusses um ein Be-

*) Apotheker Winter in Frankenstein in Schlesien liefert für 80 Pfg. einen sehr brauchbaren, nach Angabe des Dr. Wolff angefertigten Watte-Respirator.

deutendes, wenn man im Freien mäßige Körperbewegungen vornimmt und dabei seine Lungen gehörig ventilirt d. h. langsam und tief ein- und ausathmet. Zur Vornahme dieser Lungenventilation wird man am zweckmäßigsten diejenige Zeit wählen, zu welcher erfahrungsgemäß die größte Menge Kohlensäure ausgeschieden wird, d. i. 2—3 Stunden nach der Hauptmahlzeit.

**Luftreinigung** in geschlossenen Räumen läßt sich am besten durch fleißigen Wechsel der Luft und durch Luftzug, sowie durch gleichzeitige Erhitzung der Luft bis zu möglichst hohem Grade, und durch peinliche Reinlichkeit erzielen. Auch durch Verbreitung von Gasen, welche schädliche Beimischungen der Luft zu zerstören im Stande sind, sucht man schlechte Luft zu reinigen. Am meisten ist in dieser Beziehung die schweflige Säure zu empfehlen, welche durch Verbrennen von Schwefelfäden auf Thongefäßen erzeugt wird und den Vorzug vor den gleichfalls gebräuchlichen Chlordämpfen (durch Aufgießen einer Säure auf Chlorkalk) verdient. Natürlich muß nach solchen Räucherungen gut ausgelüftet werden. Fußböden und Dielen sind mit Chlorkalklösung oder Carbolsäurewasser zu scheuern. Das Räuchern mit wohlriechenden Stoffen ist dagegen durchaus kein Luftreinigungsmittel (siehe später bei Wohnung und Desinfection).

II. Die **Athmungsorgane** müssen, wenn die Athmungsthätigkeit ordentlich vor sich gehen soll, stets in gutem Zustande erhalten werden. Von diesen Organen werden aber gerade die wichtigsten, nämlich der Brustkasten und die Lungen, am meisten in ihrem Baue und in ihrer Thätigkeit geschädigt. — Was den Brustkasten (s. S. 244) betrifft, so wird dieser sehr häufig in der Entwickelung seiner Weite gehemmt, und zwar gewöhnlich schon von Geburt an, nämlich durch zu festes Einwickeln des Säuglings. Beim weiblichen Geschlechte kann durch das Schnürleibchen, durch straffes Binden der Unterrocksbänder und durch enge Kleider, beim männlichen Geschlechte durch enge Westen und Hosenbunde, durch Turnergürtel, enge Uniformen und Riemenzeug, bei beiden Geschlechtern durch vieles Krumm- und Schiefsitzen (beim Schreiben, Nähen u. dergl.), der Brustkasten in seiner Ausdehnung beeinträchtigt werden. Es geschieht ferner von den Meisten nichts, um den Brustkasten gehörig auszuweiten, was durch gerade Körperhaltung, kräftiges und tiefes Athmen, zweckmäßiges Turnen (besonders Knickstützübungen) zu ermöglichen ist. Alles was die Ausbildung des Brustkastens befördert, trägt auch zur Entwickelung der Lunge bei. — Im Sitzen findet nur halbes Athmen statt; wer eine sitzende Beschäftigung hat, stehe daher öfters auf und athme mit über den Kopf geschlagenen Händen am offenen Fenster tief ein und aus; außerdem turne man, treibe Zimmergymnastik oder fahre Schlittschuh, schwimme, rudere. Der tägliche Spaziergang wird am zweckmäßigsten nach einer Anhöhe gerichtet. — Die Athmungsmuskeln (s. S. 245), welche das Erweitern des Brustkastens besorgen, müssen nicht blos durch kräftige Kost stets ordentlich ernährt, sondern auch durch langsames und tiefes Einathmen geübt werden. Bei blutarmen Personen mit schlaffen kraft-

losen Muskeln ist das Athmen bisweilen so erschwert, daß man sie fälschlicher Weise sogar für lungenkrank hält. — Die Lungen (siehe S. 248), als die eigentlichen Luftbehälter und Verjüngungsstätten des Blutes bedürfen vor Allem der gehörigen Weite, sowie der nöthigen Ausdehnungs- und Zusammenziehungsfähigkeit, wenn sie das Athmen richtig unterhalten sollen. Auch muß der Blutlauf durch dieselben (oder der kleine Kreislauf) stets flott vor sich gehen. Demnach sind die Erfordernisse zum Wohlbefinden der Lungen: ein gut gebauter und gehörig beweglicher Brustkasten, kräftige Athmungsmuskeln und gute Luft. Es läßt sich auf die Lungen wohlthätiger Einfluß ausüben: durch öfteres, langsames und tiefes Ein- und Ausathmen in reiner Luft, durch lautes Lesen, durch nicht zu anstrengendes Singen und Blasen von Instrumenten. Auch Lachen, Niesen, Gähnen, Seufzen können die Lungen vorübergehend erleichtern.

Vor Krankheiten lassen sich die Lungen dadurch sichern, daß man soviel als möglich nicht nur unreine, schädliche Luft, sondern auch gar zu heiße und kalte Luft von ihnen abhält, und zwar ganz besonders bei Nacht im Schlafe. Man gewöhne sich (auch die Kinder) stets durch die Nase zu athmen, weil die Luft daselbst erwärmt und theilweise auch gereinigt wird (s. S. 248). Ferner hat man sich beim Athmen vor dem plötzlichen und allzu schroffen Wechsel warmer und kalter Luft zu hüten und, wenn man in recht warmer Luft eine Zeit lang geathmet, gesprochen oder gesungen hat, dann in der kalten rauhen Luft nur durch die Nase, nicht durch den offenen Mund zu athmen, oder was noch besser ist, Mund und Nase eine Weile mit einem Tuche zuzuhalten. Man muß aber nebenbei immer auch noch darauf bedacht sein, den Zufluß des Blutes zu den Lungen nicht widernatürlich zu steigern. Man steigert ihn aber durch Alles, was anhaltendes sehr starkes Herzklopfen und schnelles Athmen veranlaßt, wie übertriebene körperliche Anstrengungen (zu angestrengtes Laufen, Bergesteigen, Tanzen, Schwimmen, Rudern, Turnen), sowie erhitzende Getränke und erregende Leidenschaften. Auch starke Erkältungen nach großer Erhitzung, zumal des Rückens, der Achselhöhlen und der Füße, rufen nicht selten Lungenkrankheiten hervor. Um sich gegen Erkältungen abzuhärten, gewöhne man sich an kalte Waschungen und Abreibungen, setze das kalte Baden auch in die kühleren Herbsttage hinein fort, kleide sich im Sommer allmählich immer leichter und scheue nicht gleich die schlechte Witterung. Niemals aber wolle man sich bei Zeichen von schwacher Lunge (bei Husten, Athmungsbeschwerden) abhärten wollen. Erst muß die Krankheit durchaus beseitigt werden, ehe an das Abhärten zu denken ist.

## II. Pflege des Blutkreislaufes.

Leben und Gesundheit lassen sich nur dann in Ordnung erhalten, wenn das gesunde Blut seinen regelmäßigen Lauf durch alle Theile unseres Körpers macht. Störungen im Blutkreislaufe, und wenn sie auch nur eine kleine Parthie unseres Körpers oder nur eines Organs betreffen (Blutüberfüllung oder Blutleere, Congestion oder Entzündung veranlassend), ziehen sofort Störungen in der Ernährung, im Baue und in der Thätigkeit der betheiligten Organe, sowie nicht selten auch in der Beschaffenheit des gesammten Blutes nach sich.

Man erinnere sich, daß das Blut während seines Laufes aus dem Verdauungsapparate Material zu seiner und der Gewebe Neubildung (Speisesaft) aufnimmt, daß es in den Lungen Lebensluft (Sauerstoff) zur Unterhaltung aller Lebensthätigkeiten an sich zieht, daß es an mehreren Stellen (Lungen, Nieren, Leber, Haut) unnütze, ja schädliche Stoffe, die sich in Folge der Mauserung der Gewebe bildeten, nach außenhin absetzt und daß es allen Theilen unseres Körpers immerfort Sauerstoff und Ernährungsmaterial zum Neubau und zur Kraftentwickelung liefert. Alle diese lebenswichtigen Functionen des Blutes würden mehr oder weniger gestört oder ganz aufgehoben werden, wenn der Lauf desselben irgendwie in Unordnung geriethe. Glücklicher Weise können wir durch unsern Willen einen nicht unbedeutenden Einfluß auf die den Blutlauf unterhaltenden Organe (das Herz, den Brustkasten, die Muskeln) ausüben. Wenn wir auch über das Herz und seine Thätigkeit keine unmittelbare Macht haben, so können wir doch durch mäßige Körperbewegungen, besonders mit den Armen, die Herzzusammenziehung etwas energischer machen, sowie durch Vermeidung alles dessen, was sehr heftiges und länger anhaltendes Herzklopfen verursacht, Störungen im Blutlaufe vermeiden. — Ganz anders verhält es sich mit dem Athmen; dieses steht im Interesse des Blutlaufes zum Theil in unserer Herrschaft und wir vermögen durch kräftiges tiefes Einathmen das Blut kräftiger in den Brustkasten hinein- und von den Nachbartheilen hinwegzuziehen, sowie durch tiefes und starkes Ausathmen gehörig wieder aus der Brust zu entfernen, so daß auf diese Weise die Circulation des Blutes gerade durch den wichtigsten Theil des Körpers, durch die Brust (Herz und Lunge), sehr gut befördert werden kann. — Was die Muskeln betrifft, so sind die meisten derselben durch willkürliche Bewegungen in Thätigkeit zu versetzen und die Unterstützung des Blutlaufs ist von dieser Seite her leicht möglich gemacht. Es ist ohne Zweifel von großem Vortheile für die Circulation, wenn man öfters alle in den Gelenken nur möglichen Bewegungen regelmäßig nach einander vornimmt und dabei zugleich das kräftige Ein- und Ausathmen nicht vergißt. Wie oft und wie lange derartige gymnastische Uebungen aber zu machen sind, muß sich nach der Constitution eines Jeden richten; durch Zuviel kann hier recht leicht geschadet werden und deshalb ist stets ein solcher Arzt dabei zu Rathe zu ziehen, der den Körper ordentlich zu untersuchen und etwas vom Turnen versteht. Wenn die Bewegungen vom Kranken selbst nicht ausgeführt werden können (active), lassen sich dieselben durch sogenannte passive Bewegungen zum Theil ersetzen, wobei ein Anderer die Glieder des Kranken beugt, streckt, rollt, klopft und massirt (s. später bei Bewegungskuren). — Die Beschaffenheit des Blutes ist insofern nicht ohne Einfluß auf die Circulation desselben, als dickeres Blut träger wie dünnes fließen und leicht zu Stockungen in den Gefäßen Veranlassung geben wird. Deshalb ist stets die gehörige Menge Wasser in das Blut zu schaffen.

Welches sind sonach die Hauptmittel zur Unterstützung des Blutlaufes? Bewegung, kräftiges Athmen und Wassertrinken, und es wären die hauptsächlichsten

**Regeln für den Blutkreislauf:**

1) **Man halte auf ein gesundes Herz**: durch Vermeidung alles Dessen, was heftiges und andauerndes Herzklopfen macht und durch Verwahrung gegen stärkere Erkältungen, da diese Herzentzündung und organische Herzfehler nach sich ziehen können. Geregelte mäßige Bewegungen unterstützen die Herzthätigkeit.

2) **Man unterstütze den Blutlauf**: durch Erhaltung des gehörigen Flüssigkeitsgrades des Blutes (durch hinreichende Wasserzufuhr; durch kräftiges Aus- und Einathmen; durch active und passive Bewegungen.

Das **Herz**, als Mittelpunkt und Haupttriebfeder des Blutkreislaufes, verlangt von allen Circulationsorganen die meiste Berücksichtigung, da Störungen in seinem Baue und seiner Thätigkeit nicht nur auf den ganzen Blutlauf, sondern durch diesen auf das Blut und dessen Verrichtungen, sonach auf den Stoffwechsel, zurückwirken. — Am Herzklopfen (s. S. 232) hat man einen sehr bedeutungsvollen Anhaltepunkt für die Beurtheilung des Herzzustandes. Alles nämlich, was heftiges, anhaltendes und beschleunigtes Herzpochen veranlaßt, muß gemieden werden, weil sonst leicht nicht nur Herzvergrößerung, sondern auch Herzentzündung mit ihren beschwerlichen Folgen (Klappen- und Mündungskrankheiten) eintreten können. Die letztere wird häufig durch starke Erkältung der Haut nach größerer Erhitzung derselben veranlaßt und zwar sehr oft gleichzeitig mit sogen. rheumatischer Entzündung in den Gelenken (besonders im Knie). Deshalb muß nach starker Erkältung sofort dafür gesorgt werden, daß die Hautthätigkeit gesteigert wird (s. später). — Das Herz aber, welches niemals zu stärkerem Klopfen angetrieben wird, kann allmählich ermatten und dann dem Kreislaufe nicht genügend vorstehen. Wenn wir nun auch nicht directen Einfluß auf die Bewegungen des Herzens ausüben können, so ist dies doch mittelbar durch Muskelbewegungen, besonders mit den Armen, möglich. — Die Herzkrankheiten lassen sich vom Arzte nur durch Behorchen, Beklopfen und Befühlen der Herzgegend erkennen.

## III. Pflege der Gewebs-Neubildung und Mauserung.

Die verschiedenen Gewebe und Organe, welche unsern Körper zusammensetzen, werden dadurch am Leben und zum Gebrauche tauglich erhalten, daß ihr Stoff fortwährend wechselt. Dieser Stoffwechsel beruht theils auf Anbildung neuer, theils auf Absterben und

Abstoßen alter Substanz und geht mit Hülfe der Ernährungsflüssigkeit vor sich, welche aus dem Blutstrome durch die Haargefäßwände herausschwitzt und alle unsere Gewebe durchtränkt (s. S. 100). Aus dieser blutähnlichen Flüssigkeit zieht nämlich jedes Theilchen seiner Gewebe das zu seiner Neubildung nöthige Material an sich und wandelt es mit Hülfe der Zellenvermehrung (s. S. 77) in seine eigene Substanz um. Der nicht verbrauchte Ueberschuß der Ernährungsflüssigkeit wird als Lymphe (s. S. 209) durch die Saugadern wieder in das Blut zurückgebracht. Aber auch die Verbrennungsproducte (Schlacken) unserer Organe mischen sich der Ernährungsflüssigkeit bei und dringen dann aus dieser durch die Haargefäßwände hinein in den Blutstrom, um durch diesen den Ausscheidungsorganen (Lungen, Leber, Nieren, Haut) zugeführt zu werden.

Die erste Bedingung zur Bildung gesunden Gewebes muß die Durchtränkung desselben mit guter Ernährungsflüssigkeit sein (s. S. 201). Eine solche wird aber nur dann vorhanden sein können, wenn aus einem gesunden und ordentlich durch die Haargefäße fließenden Blute die erforderlichen Nahrungsstoffe austreten können. Der Blutstrom in den Haargefäßen und die Wand dieser Gefäße ist sonach von größter Bedeutung und Störungen in diesen Beziehungen sind die gewöhnlichste Ursache örtlicher Krankheiten.

### Regeln für die Gewebs-Ernährung.

1) **Man sorge, daß kein gutes Blut ordentlich durch die Haargefäße der Gewebe fließt.** Zu diesem Zwecke muß natürlich zunächst die Blutbildung und der Kreislauf in Ordnung gehalten, sodann aber auch das zu ernährende Organ richtig behandelt werden.

2) **Durch zweckmäßigen Wechsel von Thätigkeit und Ruhen** ist die Neubildung und Mauserung der Gewebe zu unterhalten.

Für alle unsere Organe ist Ruhe nach der Arbeit ganz unentbehrlich und wir können dieselben nur dann frisch und kräftig erhalten, wenn wir das richtige Maß von Thätigsein und Ruhen beobachten; Uebertreibungen in dieser oder jener Richtung schaden beträchtlich. Bei allen Organen, deren Thätigsein nicht in unserer Willkür steht (wie die Kreislaufs-, Athmungs-, Verdauungs- und Absonderungsorgane), findet sich ein geregelter Wechsel zwischen Ruhen und Arbeiten. Die Organe aber, welche wir willkürlich thätig sein lassen können (wie Muskeln, Sinne, Nerven, Gehirn), sind in der Regel eben deshalb, weil wir sie in Bezug auf ihr Thätig- und Unthätigsein falsch behandeln, nicht so kräftig als sie sein könnten. — Wie innerhalb der Gewebe mit Hülfe des aufgespeicherten Sauerstoffs und seiner oxydirenden Wirkung der Stoffumsatz und in Folge dieses eine Anhäufung von (sogen. ermüdenden) Zersetzungsstoffen, welche entfernt werden müssen,

wenn der vorher thätige und nun ermüdete Theil wieder frisch und kräftig werden soll, zu Stande kommt, wurde früher beim Schlafe ausführlicher besprochen (s. 316).

## IV. Reinigung des Blutes.

Die alten verbrannten (oxydirten) Gewebsbestandtheile, welche fortwährend durch die Haargefäßwände in den Blutstrom eintreten, würden sich sehr bald im Blute anhäufen und dasselbe in seiner Beschaffenheit verschlechtern, wenn sie nicht immerfort daraus entfernt würden. Dazu dienen Organe, in denen das Blut bei seinem Hindurchfließen diese alten schlechten Stoffe absetzt und sich so reinigt und immer von neuem verjüngt. Solche Blutreinigungsapparate sind die Lungen, die Nieren, die Leber und die Haut. Damit hier das Blut gereinigt werden könne, ist es natürlich nöthig, daß diese Organe gesund sind und daß das Blut ordentlich die Haargefäße derselben durchströmt. Denn sowie das gute Ernährungsmaterial durch die Haargefäßwände aus dem Blutstrome herausdringt, so ist dies auch mit den schlechten Mauserschlacken (Ermüdungsstoffen der Organe) der Fall. Auf den Blutlauf in diesen Reinigungsorganen können wir insofern einigen Einfluß ausüben, als wir die Circulation nicht nur im Ganzen (s. S. 546) zu unterstützen vermögen, sondern auch im einzelnen Organe durch Bethätigung desselben fördern können. Die Reinigungsapparate verlangen für sich zum Gesundbleiben die gehörige Schonung, Ernährung und Pflege. Man beachte deshalb folgende

### Regeln für die Blutreinigung.

1) **Der Blutlauf durch die Reinigungsorgane ist in Ordnung zu halten**, durch Beförderung des Kreislaufes und der geregelten Thätigkeit der einzelnen Reinigungsorgane.

2) **Die Reinigungsorgane sind in gutem Zustande zu halten** durch richtige Pflege.

a) Die **Lungen** (s. S. 248) dienen insofern als Reinigungsorgan für das Blut, als hier (gleichzeitig neben der Aufnahme von Sauerstoff) Kohlensäure und Wasserdampf aus dem Blute ausgeschieden und durch das Ausathmen aus dem Körper entfernt werden. Da der Austritt der Kohlensäure aus dem Blute nur dann möglich ist, wenn die in den Lungenbläschen befindliche Luft nicht zu reich an diesem Gase ist, so muß man dahin streben, stets eine gute Luft einzuathmen und die in der Lunge vorhandene Luft durch kräftiges Ein- und Ausathmen immer gehörig zu erneuern. Uebrigens hat man beim Athmen die S. 538 gegebenen Regeln zu beobachten.

b) Die **Leber** (s. S. 275) entfernt aus dem Blute, und zwar aus dem der Pfortader (s. S. 238), eine Menge alter Blutbestandtheile (besonders alte Blutkörperchen), die zur Gallenbereitung dienen. Die Galle wird, nachdem sie der Verdauung der Fette gedient hat (s. S. 276), zum Theil mit den Excrementen durch den Stuhlgang aus dem Körper ausgeführt, zum Theil wieder aufgesogen und in das Blut geschafft. Mit Hülfe der Leberabsonderung werden auch häufig schädliche Stoffe (wie Kupfer, Blei) aus dem Blute entfernt. — Die Thätigkeit der Leber wird nicht selten dadurch beeinträchtigt, daß man dieses Organ durch Druck (in Folge eng anschließender Kleidungsstücke, wie Schnürleib, Rockbänder, Hosenriemen oder zusammengekrümmte Körperhaltung) zusammenpreßt und daß man den Pfortaderblutlauf durch dasselbe nicht flott genug erhält. Man krümme sich also bei sitzender Lebensweise nicht zusammen, trage sich locker in der Lebergegend, hindere Pfortaderstockungen und verdünne durch reichliches Wassertrinken das Pfortaderblut.

c) Die **Nieren** (s. S. 282), welche den Harn absondern, sind für die Reinigung des Blutes insofern von großer Bedeutung, als hier neben dem überflüssigen Wasser die alten verbrannten Eiweißstoffe in Gestalt von Harnstoff oder, wenn sie noch nicht vollständig oxydirt sind, als Harnsäure und harnsaure Salze ausgeschieden werden. Man kann die Entfernung dieser Auswurfsstoffe durch reichliches Trinken (von Wasser, zucker- und kohlensäurereichen Getränken) sehr befördern und demnach also zur Blutreinigung beitragen. Um den Nieren nicht durch stärkere Anregung zur Harnabsonderung Schaden (gewöhnlich als Verstopfung ihrer Kanälchen) zuzufügen, muß man im Gebrauche harntreibender Nahrungs- und Arzneimittel (wie Sellerie, Pastinak, Petersilie, Spargel, Pfeffer, Meerrettig, Wachholder, Copaivabalsam und Terpentin, spanische Fliege und Maiwurm) vorsichtig sein. Uebrigens thut man bei allen Krankheiten im Harnapparate gut, durch öfteres und reichliches Wassertrinken die Harnabsonderung zu vermehren und den Urin dünn, blaß und wässerig zu machen, damit er weniger reizend auf die kranke Stelle einwirkt.

d) Die **Haut** (s. S. 287) trägt vermöge ihrer Ausdünstung und Schweißabsonderung sehr viel zur Reinigung des Blutes bei und bedarf schon deshalb der ganz besonderen Pflege, abgesehen davon, daß sie auch noch Schutz- sowie Tast- und Empfindungsorgan ist und daß sie die Wärmeabgabe des Organismus reguliren hilft, was sie durch stärkere oder geringere Wasserverdunstung an ihrer Oberfläche erreicht, wodurch eine größere oder geringere Menge Wärme gebunden wird, um das Wasser dampfförmig zu machen. Die Regulirung des Wärmeabflusses wird durch die Haare und die Kleidung wesentlich unterstützt. — Das der Hautcultur förderlichste Hülfsmittel ist allgemeine Reinlichkeit, und diese wird durch Waschungen,

Bäder und Abreibungen der Haut bei reiner Wäsche erzielt. Tägliche Waschungen des ganzen Körpers sind für das Wohlbefinden und die Gesundheit von größter Wichtigkeit. Seife nützt bei diesen Waschungen deshalb, weil sie den fettigen Schmutz auf der Haut, den das bloße Wasser nicht entfernen kann, auflöst und verflüssigt. Nach Liebig steht der Verbrauch an Seife in directem Verhältniß zur Culturhöhe der Völker und die Reinlichkeit steht in demselben directen Verhältnisse zur durchschnittlichen Gesundheit. — Der Wechsel der Leibwäsche ersetzt in etwas das tägliche Waschen des Körpers. Die Wäsche saugt nämlich die Hautabsonderung in sich ein, nimmt auch den in der Luft schwebenden Staub, der sich auf die Haut legen würde, auf und verhindert, besonders durch das Trockenhalten der Haut, die Ansammlung von Schmutz. Wir schicken sonach, um Pettenkofer's Worte zu brauchen, unsere Leibwäsche von Zeit zu Zeit an unserer Statt in's Bad. Während der Nacht verdunstet aus dem ausgezogenen Taghemde und während des Tages aus dem ausgezogenen Nachthemde die aufgesogene Hautausdünstung und so werden beide zum Tragen wieder geschickter. — Man erinnere sich, daß die Oberfläche der Haut, auf welcher die Talg- und Schweißdrüsen, sowie die Haarbälge ausmünden und Hauttalg, Schweiß und Hautdunst abgeschieden wird, fortwährend ihre ältesten, obersten Plättchen der Hornschicht abzustoßen hat. Wird die Entfernung dieser abgestoßenen und durch den klebrigen Hauttalg zurückgehaltenen Hornschüppchen (mit Schmutz) nicht befördert, so verlegen letztere gar bald die Mündungen der Hautdrüschen und machen die Oberhaut undurchdringlicher für den Hautdunst. So geht dann die Ausscheidung ebensowohl des Hauttalges und Schweißes, wie die des Hautdunstes weniger gut vor sich und Haut wie Blut können dadurch Nachtheil erleiden; es kann sonach durch Zurückhaltung der genannten Ausscheidungsstoffe ebensowohl eine (örtliche) Hauterkrankung, wie auch ein (allgemeines) Blutleiden zu Stande kommen. — Außer auf Reinhaltung der Haut ist ferner noch auf ihre Bedeckung (Kleidung) die gehörige Rücksicht zu nehmen, sowie auf Kräftigung derselben hinzustreben; auch bedürfen die Nerven der Haut und der Blutlauf derselben der Berücksichtigung. — Sehr gefährlich ist das schnelle Abkühlen der erhitzten, schwitzenden Haut, sowie überhaupt die Unterdrückung der Hautthätigkeit, wodurch das ganze Heer der sogen. Erkältungskrankheiten entsteht. Bei Verwundungen der Haut (kleine Schnitte, Risse, Abschilferungen nicht ausgenommen) müssen giftige Substanzen (fauliges Fleisch, Wildpret mit haut-goût, giftige Tinte und Farben, Phosphor ꝛc.) von diesen entfernt gehalten werden. Sollten aber giftige Stoffe in die Wunde eingedrungen sein, so ist, wie später bei den Vergiftungen gelehrt werden wird, zu verfahren.

Die Reinigung der Haut: von Schmutz, Oberhautschüppchen, eingetrocknetem Schweiße und altem Hauttalge, ist am besten durch warme

Waschungen und Bäder (mit Sodazusatz), unterstützt von Seife und Abreibungen (mit Flanell oder Bürste) zu erreichen. Ein Dampfbad und römisch-irisches Bad kann von Gesunden von Zeit zu Zeit als Hautreinigungsmittel benutzt werden; für Brust- und Herzleidende dagegen sind diese Bäder durchaus nicht zu empfehlen. Ueberhaupt sollten dieselben nur nach vorheriger Besprechung mit einem Arzte gebraucht werden. Auch trockene Abreibungen, besonders mit rauhen Tüchern (sogen. Frottirtüchern), sind in Ermangelung warmen Wassers sehr vortheilhaft und können die Mündungen der Hautdrüsen frei machen und so gegen Miteſſer und Blüthen schützen. Was die Temperatur des zu benutzenden Wassers betrifft, so ist eine Wärme von 26—28° R. am meisten zu empfehlen und wöchentliches ein- oder zweimaliges Baden oder Waschen des ganzen Körpers im warmen Zimmer hinreichend. Neugeborne und Säuglinge, sowie Kinder bis zum vierten Jahre sind womöglich täglich und stets warm zu baden oder zu waschen; nur ganz allmählich ist bei ihnen die Temperatur des Wassers zu erniedrigen und niemals darf ein kleines Kind mit nasser Haut der Luft ausgesetzt werden. Sehr oft ist es von Nutzen, beruhigend und schlafbringend, wenn kleine Kinder Abends unmittelbar vor dem Schlafengehen und nicht am Morgen gebadet werden. Nach dem fünften Jahre etwa läßt man lauwarme Bäder nur noch zweimal wöchentlich nehmen, jedoch täglich Waschungen des ganzen Körpers machen.

Die Kräftigung und Abhärtung der Haut, so daß die Fasern der Haut straffer werden und verschiedene Witterungsverhältnisse, vorzüglich Temperaturwechsel, nicht so leicht sogen. Erkältungskrankheiten (Katarrhe, Rheumatismen, Nervenschmerzen) erzeugen, kann nur durch allmähliche Gewöhnung der Haut an Kälte erreicht und durch die gehörige Bewegung der unter der Haut liegenden Muskeln befördert werden. Diese Kälte in der Form des kalten Wassers und der kalten Luft angewendet, verlangt aber hinsichtlich ihres Grades und der Dauer ihrer Einwirkung nach und nach eine Steigerung, denn kalte Bäder, kalte Waschungen und Uebergießungen der Haut wirken als Reizmittel auf die Nerven der Haut. — Mit der Abhärtung der Haut beginne man nicht vor dem fünften Lebensjahre, denn kleine Kinder gedeihen, wie junge Pflänzchen, nur bei Wärme; auch gehe man jetzt nicht etwa von warmen Bädern und Waschungen sofort auf kalte über, sondern erst auf lauwarme und ganz allmählich auf kühle und kalte. Ebenso sollte mit der wärmeren und leichteren Kleidung verfahren werden. Uebrigens hat auch die Abhärtung ihre Grenzen und selbst bei ziemlich abgehärteter Haut ist das warme Reinigungsbad (Waschung und Abreibung) sowie eine wärmere Bekleidung in Fällen, wo die erhitzte und schwitzende Haut schnell kalt werden könnte, nicht zu entbehren. Gar nicht selten gehen Abhärtungs-Renommisten an Herzentzündungen und organischen Herzfehlern zu Grunde und äußerst nachtheilig ist es, wenn blutarme, bleichsüchtige, nervöse oder gar schwindsüchtige Personen, denen gerade Wärme unentbehrlich ist, vom Abhärtungs- und Kaltwasserfanatismus befallen werden.

Die Wirkung plötzlicher und schnell vorübergehender Kälte, besonders kalter Begießungen und Waschungen der Haut ist ebensowohl an den Nerven, wie an den Blutgefäßen und Fasern der Haut sichtbar und giebt sich theils durch eine empfindliche Erregung der ersteren, theils durch Zusammenziehung der letzteren zu erkennen. In Folge der Zusammenziehung der kleineren und kleinsten Blutgefäße wird die Haut blaß und kühl, und das am Einströmen in die Haut verhinderte Blut muß sich natürlich in inneren Organen anhäufen, was unter Umständen daselbst zu entzündlichen Zuständen und Blutungen (Bluthusten, Schlagfluß) Veranlassung geben kann und gar nicht selten auch wirklich giebt. Allerdings folgt dieser Zusammenziehung der Gefäße sehr bald eine Ausdehnung derselben und es strömt dann mehr Blut als vorher in die Haut, weshalb diese auch röther, wärmer und in ihrer Ab-

sonderungsthätigkeit gesteigert wird. — Die Zusammenziehung der Hautfasern, wobei die Ausgänge der Hautdrüsen verengert oder geschlossen werden, macht die Haut derber und durch Hervordrängen der Talgdrüschen zur Gänsehaut. Auf diese Zusammenziehung folgt bald wieder Ausdehnung, so daß die vorher feste und derbe Haut nun weich und schlaff wird. — Die Einwirkung der Kälte auf die zahlreichen Empfindungsnerven der Haut, die alle mit dem Gehirne in Verbindung stehen, ist eine ziemlich stark erregende und hinterläßt in der Regel, wie alle kräftigeren Reizmittel wenn sie oft angewendet werden, vielleicht in Folge einer falschen Ernährung des Nervengewebes, eine sogen. reizbare Schwäche des Hirnnervensystems, welche der Laie als Nervös- oder Reizbarsein bezeichnet. Daß so viele Nervenschwache aus den Seebädern nicht nur nicht gebessert, sondern im Gegentheil verschlimmert zurückkommen, wird trotz aller Anpreisungen des Seebades doch nicht weggeleugnet werden können. — Verfasser will durch diese Darlegung nun aber ja nicht etwa die kalten Bäder, sowie die allmähliche Abhärtung der Haut durch Kälte verdammt wissen, nur eine vernünftigere Anwendung derselben, in warmer Jahreszeit und mit Maß und Ziel bei passendem Lebensalter und Gesundheitszustande, hält er für wünschenswerth. — Im Badewasser aufgelöste Stoffe (Salz, Jod, Eisen) werden für gewöhnlich von der Haut nicht aufgesaugt, da der Fettüberzug der Haut (durch den Hauttalg) die Aufnahme wässeriger Stoffe verhindert; erst nach Entfernung desselben durch Aether oder Chloroform findet eine theilweise Resorption statt. Dagegen werden unter Umständen gasförmige Stoffe und mechanisch eingeriebene flüssige und salbenartige Substanzen durch die Mündungen der Schweißdrüsen in die Haut aufgenommen.

Bewegungen, besonders geregelte, nach und nach alle Muskeln des Körpers in Thätigkeit versetzende Turnübungen, zumal wenn sie in freier frischer Luft vorgenommen werden, tragen zum Gesund- und Kräftigsein der Haut, sowie zur Unterstützung ihrer Thätigkeit insofern viel bei, als sie den Blutlauf durch die Hautgefäße bethätigen und mittels der Nerven (wahrscheinlich durch Mittheilung der Erregung von den Bewegungsnerven der Muskeln auf die der Haut) die Straffheit der Hautfasern befördern. Die Wahrheit dieser Behauptung läßt sich auf Turnplätzen mit Händen greifen, man untersuche nur die Haut vor und nach dem Turnen.

Daß die Kleidung auf das Befinden der Haut großen Einfluß ausüben muß, geht daraus hervor, daß wir uns durch Kleidung gegen die Unbilden der Witterung, gegen Kälte und Hitze, wie gegen Nässe und raschen Temperaturwechsel schützen können. Allerdings ist der Hauptzweck des Bekleidens die Erhaltung unserer Eigenwärme, da nur bei einer gewissen Temperatur alle lebenswichtigen Processe innerhalb unseres Körpers vor sich gehen können, und deshalb muß sich auch die Kleidung nach dem Grade unserer eigenen und der äußeren Wärme richten, überhaupt den klimatischen Bedingungen und der verschiedenen Beschäftigung entsprechen.

**Uebelriechende örtliche Schweiße**, wie der Füße und Achselhöhlen, beruhen auf Erweichung und Schmelzung der Oberhautschichten durch den faulenden, ammoniakalischen, specifisch riechenden Schweiß. Das Hauptmittel gegen solche Schweiße ist natürlich große Reinlichkeit, häufiges Waschen und Baden der schwitzenden Theile, öfterer Wechsel der betreffenden Wäsche, Vermeiden einer allzuengen, den Luftzutritt und das Ausdunsten des Schweißes ganz hemmenden Bekleidung. — Gegen übelriechenden Fußschweiß nützt das Einstreuen eines Salicylstreupulvers (aus 90 Theilen gepulvertem Talk, 7 Theilen Salicylsäure und 3 Theilen Stärkemehl); auch das Einstreuen von Weinsäure in die Strümpfe oder das Tragen von Strümpfen und Leinwandlappen, die in eine Lösung dieser Säure getaucht und dann getrocknet wurden. Auch ist das tüchtige Einreiben der Fußzehen mit frischem Talge und das

Bestreichen der Strumpfsohle mit Thonlösung heilsam. Ebenso wird gegen Fußschweiß eine Salbe aus gleichen Theilen Leinöl und Bleiglättenpflaster (Empl. diachylon simplex) empfohlen. Als erprobtes Mittel gegen übelriechenden Fußschweiß hat man auch die Gerbsäure (Tannin) kennen lernen. Man braucht nur alle drei Tage eine Messerspitze voll der pulverigen Säure in die Stiefel oder Schuhe zu streuen, um den Geruch zu beseitigen. Auch das Wund- und Blasenlaufen wird dadurch gehoben. — Bei übelriechendem Achselschweiße ist die Achselhöhle mit einer Mischung aus Stärkemehl und Salicylsäure einzupudern und in den Kleidern sind Schweißblätter von Leinwand zu tragen, die entweder eingethont und mit pulveriger Gerbsäure bestreut oder mit einer Weinsäurelösung getränkt und dann getrocknet sind.

**Pflege der Haare.** Bei der Haarpflege kommt hauptsächlich der häutige Haarboden mit seinen zahllosen in den Haarsäckchen enthaltenen Haarkeimen (s. S. 292) in Betracht, weil vom Blute des Haarkeims oder der Haarpapille aus nicht blos das Material zur zelligen und faserigen Haarsubstanz, sondern auch die das Haar tränkende Flüssigkeit abgeschieden wird. Sodann ist ferner noch der das Haar einsalbende Hauttalg und die in das Haarsäckchen einmündende Talgdrüse, sowie die sich fortwährend abschilfernde Oberhaut der behaarten Kopfschwarte nicht unberücksichtigt zu lassen. Die letztere kann nämlich am Austrittspunkte des Haares und Hauttalges Hindernisse veranlassen und so dem Haare Nachtheil bringen. — Wir könnten sonach als oberste Regel bei einer naturgemäßen Haarpflege die folgende aufstellen: „Das Haar muß gehörig ernährt und richtig eingesalbt werden.“ Da nun aber die Ernährung des Haares vom Blute des Haarkeims auf dem Boden des Haarsäckchens ausgeht, so muß den Blutgefäßchen dieses Keimes stets die gehörige Menge und zwar guten Blutes zugeführt werden. Wer überhaupt zu wenig und krankes Blut im Körper hat, wie Blutarme (in Folge von Kummer und Elend, Gram und Sorge), Bleichsüchtige, Kranke und Reconvalescenten, oder wessen Kopfhaut durch irgend welchen Umstand (durch Druck, Spannung, Kälte oder Haut- und Nervenleiden) blutarm wird, dessen Haar kann in Folge schlechter Ernährung sehr bald grau oder locker werden und ausfallen. Die Einsalbung des Haares mit Hauttalg scheint dazu nöthig, daß die Flüssigkeiten im Haare nicht so leicht verdunsten und dann das Haar austrocknet und erbleicht. Damit nun aber dieser Hauttalg, sowie das Haar selbst (mit seiner Flüssigkeit im Innern) auch ungehindert auf der Oberfläche der Kopfhaut hervortreten könne, darf die Oeffnung des Haartalgsäckchens nicht von Oberhautschüppchen und Schmutz (Pomade) verengert oder gar verlegt sein, und deshalb ist auch das Aeußere der Kopfhaut von nicht zu unterschätzendem Einfluß auf das Gedeihen des Haares.

Ein hauptsächliches Erforderniß zum Conserviren des Haares ist hiernach die öftere Reinigung des Haarbodens (der Kopfhaut), die wenigstens jede Woche einmal vorgenommen werden sollte (noch häufiger bei Solchen, die am Kopfe sehr schwitzen) und theils im Abkämmen der Oberhautschüppchen,

theils im Abwaschen der Haut mit lauem Seifenwasser oder einer Abkochung von Mandel- oder Weizenkleien bestehen muß. Das Waschen kann auch mittels einer mäßig steifen, in das Wasser getauchten Haarbürste geschehen, und da wo der Haarboden schwer zu reinigen ist, durch Zusatz einer kleinen Quantität Spiritus zum Wasser (etwa einen Eßlöffel auf ein halbes Liter) unterstützt werden. Gehen bei dieser Reinigung viel Haare aus, so muß sie in milderem Grade (mit weicher Bürste und weitem Kamme), aber öfter geschehen. Denn man bedenke, daß jene Reinigung gleichzeitig auch einen heilsamen Reiz auf die Haut ausübt und den Blutzufluß zum Haarkeime vermehrt, wodurch die Absonderung des Materials zur Haarsubstanz und Haarflüssigkeit befördert wird. Eine zu starke Reizung ist natürlich wie alles Uebermäßige nachtheilig; überhaupt taugt eine allzugroße Sorgfalt bei der Haarpflege nichts. Das Waschen des Kopfes mit Aether ist als zu nervenreizend zu verwerfen; empfehlenswerther ist das mit Eigelb, Kleien- oder Honigwasser. Jeden Tag müssen die Haare ein- oder zweimal (des Morgens und Abends) gut durchgekämmt werden, auch ihrer Richtung entgegen, erst mit einem weiten und dann mit einem engen, sogen. Staubkamme, und schließlich bürste man sie mit einer nicht zu scharfen Bürste tüchtig durch oder reibe die Kopfhaut mit Flanell gehörig ab. Zu starke Wärme darf übrigens ebensowenig wie zu große Kälte und schneller Wechsel zwischen Wärme und Kälte auf die Kopfhaut oft und lange einwirken, weil sonst die Ernährung des Haarsäckchens und Keimes gestört wird. Die häufigen kalten Waschungen und Uebergießungen des Kopfes sind dem Haarleben durchaus nicht förderlich. Ebenso ist das feste Binden der Haare beim weiblichen Geschlechte, sowie das zu häufige Abschneiden derselben beim männlichen sehr nachtheilig; dagegen schadet das Brennen der Haare durchaus nicht so viel, als man immer behauptet, ja wenn es mit Vorsicht geschieht, scheint die Wärme des Eisens und der sanfte Zug am Haare günstig (blutzuführend) auf den Haarboden einzuwirken. — Außer dem Reinigen des Haares und Haarbodens durch Kämmen, Bürsten und Waschen ist ein zweites Erforderniß für das Gedeihen des Haares: „die gehörige Einsalbung desselben". Hierzu dienen am besten die einfachen reinen fetten Oele, wie das Oliven- oder Provenceröl und das Mandelöl, denen man zweckmäßig etwas Salicylsäure (2 Theile auf 100 Theile Oel) zusetzt; sie sind den Pomaden, zumal den parfümirten und in ihrer Zusammensetzung geheim gehaltenen, weit vorzuziehen. Natürlich muß auch das Einölen des Haares mit Maß und Ziel geschehen und niemals so, daß die Haare wie durch Kleister zusammengeklebt erscheinen.

**Behaarte Stellen**, die ohne Haare sein sollen, machen dem weiblichen Geschlechte oft viel Kummer. Gegen diese falsche Behaarung wird als bestes Enthaarungsmittel das Böttcher'sche Depilatorium aus Calciumsulphhydrat empfohlen. Es wird so zubereitet: 30 Th. frisch gebrannten Kalkes werden mit 12 bis 14 Th. warmen Wassers gelöscht und dem zerfallenen Kalke soviel Wasser zugesetzt, daß ein Brei entsteht. In den letzteren leitet man hierauf so lange einen Strom von Schwefelwasserstoffgas, bis der Kalk nicht mehr davon aufzunehmen vermag. Dieser Brei wird dann messerrückendick auf die behaarte Hautstelle aufgetragen, daselbst 15 bis 20 Minuten liegen gelassen und dann mit einem nassen Schwamme entfernt. Sonst ist auch das Ausziehen der Haare mit einem Zängelchen oder Pechpflaster oder einer in Stangenform gebrachten Harzmischung (Psilothron), ferner das Abrasiren und Absengen von vorübergehendem Erfolge. Das Pechpflaster muß nach einigen Stunden, wenn es ganz fest sitzt, rasch mit einem Zuge entfernt werden.

Wer sich aus Eitelkeit sein ergrautes Haar **künstlich färben** will, vermeide wenigstens alle bleihaltigen Mittel, weil diese nur zu leicht Anlaß zur chronischen Bleivergiftung geben, wogegen die Anwendung des salpetersauren Silberoxyds oder Höllensteins (1 bis 4 Gramm auf 20 bis 50 Gramm Wasser,

je nach der gewünschten Farbennüance), welcher nach gehöriger Entfettung des Haares durch laues Seifenwasser oder Sodalösung mittels einer weichen Zahnbürste oder eines Rasirpinsels eingerieben wird, ganz unbedenklich empfohlen werden kann.

**Pflege der Nägel.** Sollen die Nägel (s. S. 291) gesund und schön erhalten bleiben, dann müssen dieselben stets mit Hülfe einer Nagelbürste recht rein gehalten und öfters mit einer Scheere, aber nicht zu tief abgeschnitten und ja nicht abgebissen werden. Das Oberhäutchen, welches über die Nagelwurzel (mit dem weißen Mönchen) sich erstreckt, muß öfters behutsam zurückgeschoben werden.

## Luft, Licht und Wärme.

Dem Menschen, sowie allen übrigen Organismen sind Luft, Licht und Wärme neben Wasser und Nahrung zum Leben ganz unentbehrliche Bedingungen. Die Luft (s. S. 41) bedarf er hauptsächlich als Sauerstoffnahrung und zur Abkühlung (Entwärmung) seines arbeitenden Körpers, dessen Bestehen und Arbeiten an eine ganz bestimmte Temperatur (Eigenwärme) gebunden ist. Dem Lichte (s. S. 186) verdankt er die Lebensluft (Sauerstoff), die unter seiner Einwirkung von den grünen Pflanzentheilen, durch Zersetzung der schädlichen Kohlensäure, ausgeschieden wird. Die Wärme (s. S. 188) endlich bringt das Wasser (s. S. 42) zum Verdunsten und dadurch in einen steten Kreislauf, der alles Lebende vor Vertrocknung und Erstarrung beschützt.

I. Die **Luft** ist für die Erde und ihre Bewohner nicht blos ihrer chemischen Bestandtheile wegen, sondern auch durch ihre physikalischen Eigenschaften (Schwere, Dichtigkeit, Elasticität, Durchsichtigkeit, Feuchtigkeit, Bewegung und Fortpflanzungsfähigkeit für Licht, Wärme, Schall und Elektricität) von wichtigstem Einflusse.

Der Druck, welcher durch das Gewicht der atmosphärischen Luft auf die Erdoberfläche und auf jeden Körper auf derselben, somit auch auf den Menschen ausgeübt wird, beträgt bei einem erwachsenen Menschen, dessen Körperoberfläche etwa $1^1/_2$ Quadratmeter beträgt, ungefähr 15000 Kilogramm. Daß dieser enorme Druck der Atmosphäre vom Menschen nicht bemerkt und hinderlich befunden wird, liegt darin, daß dieser Druck von allen Seiten her gleichförmig auf den Körper einwirkt, daß die in unserm Körper befindliche Luft gegen die äußere sich völlig im Gleichgewichtszustande befindet und daß das Innere unseres Körpers mit nicht zusammendrückbaren, jeden Druck zu ertragen fähigen Flüssigkeiten erfüllt ist. Die äußere Luft vermöchte uns nur dann zu erdrücken, wenn die in uns befindliche Luft, welche jener das Gleichgewicht hält, entfernt würde, und umgekehrt müßte, wenn der äußere Luftdruck ganz aufgehoben würde, die innere Luft sich so ausdehnen, daß unser Körper zerspränge. Besteht im Innern unseres Körpers ein Krankheitsproceß, durch welchen ein Organ (besonders Lunge) verkleinert wird, so wird die Bildung eines luftleeren Raumes dadurch verhindert, daß die atmosphärische Luft die Körperoberfläche (Brustkasten) an dieser Stelle eindrückt. Jedenfalls werden unsere Körperorgane unter stärkerem Drucke der atmosphärischen Luft (in der

Tiefe) mehr zusammengepreßt, unter schwächerem (in der Höhe) ausgedehnt werden müssen. Für den Menschen ist der atmosphärische Druck insofern von Unentbehrlichkeit, als derselbe das Athmen, das Saugen, den Blutumlauf und überhaupt die Bewegung der Säfte, die sichere Lage innerer Organe und Gelenkverbindungen, sowie das Hören vermittelt. Der Arzt benutzt die Verminderung des äußern Luftdruckes zum Schröpfen. Das Gewicht der atmosphärischen Luft wechselt nun aber nach ihrer Dichtigkeit und Elasticität. Da in den oberen Luftschichten der Atmosphäre nicht blos die Höhe des Luftkreises, sondern auch die Dichtigkeit, Temperatur, Feuchtigkeit und Elasticität abnimmt, so muß hier auch der Luftdruck geringer sein und daher rühren die verschiedenartigen Beschwerden, welche den Menschen in stark verdünnter Luft (auf sehr bedeutenden Höhen) oder bei der Luftschifffahrt befallen, wie Brustbeklemmung, Herzklopfen, Ohrenschmerzen, Schwerhörigkeit, allgemeine Erschöpfung, Schläfrigkeit, Blutungen u. dergl. Weniger starke Verminderung des Luftdruckes, auf hohen Bergen, die wir erstiegen haben, veranlaßt keine Beschwerden, wohl aber ein eigenthümliches Gefühl besondern Wohlbehagens, welches durch eine ausgiebigere Lungenventilation hervorgerufen scheint. Auch der Aufenthalt in verdichteter (comprimirter) Luft (in Taucherglocken, in den Caissons beim Brückenbau) hat heftige Ohrenschmerzen, Athemnoth, rasche Ermüdung, Blutungen u. dergl. zur Folge. — Außerdem hat auf die Verdichtung und Verdünnung der Luft, und demnach auf ihre Schwere und Druckkraft, auch noch die Temperatur, der Wassergehalt und die Luftströmung Einfluß.

Die Feuchtigkeit der Luft richtet sich nach dem Gehalte derselben an Wassergas und Wasserdunst. Dieses luftförmige (meteorische) Wasser gelangt aber durch die beständigen Verdunstungsprocesse aus den verschiedenen Gewässern, den Pflanzen, Thieren und Menschen in die Atmosphäre und kehrt von da als Regen, fallender Nebel, Thau, Schnee, Reif oder Schloßen wieder zur Erde zurück. Die Aufnahme von Wasser in die Luft ist nun aber nach der Temperatur, Dichtigkeit und Strömung derselben, und somit nach dem Himmelsstriche, der Jahres- und Tageszeit, der Oertlichkeit und überhaupt nach dem Witterungszustande eine sehr verschiedene; je wärmer die Luft ist, um so mehr Wasser vermag sie aufzunehmen. Zur Ermittelung der Feuchtigkeit der Luft bedient man sich bekanntlich der sogen. Hygrometer (von Saussure, Koppe, Klinkerfues), welche im Wesentlichen darauf beruhen, daß ein entfettetes Haar in feuchter Luft sich ausdehnt und in trockener wieder zusammenzieht. — Für den menschlichen Organismus wie für die gesammte Thier- und Pflanzenwelt ist der Feuchtigkeits- oder Trockenheitsgrad der Luft von der größten Bedeutung. Denn je mehr Wasser in der Luft vorhanden, um so weniger ist sie geneigt, Wasser aufzunehmen und es muß deshalb die Verdunstung des Wassers aus dem menschlichen Körper, welche vorzugsweise durch die Haut und Lunge geschieht, sowie auch die aus dem Thier- und Pflanzenkörper, bei feuchter Luft in schwächerem Grade vor sich gehen, während trockene und warme Luft dem Körper viel Wasser zu entziehen vermag. Dieser Verdunstungsproceß wirkt dann aber insofern auf das Innere des Organismus zurück, als dadurch die Consistenz und Bewegung der Säfte geändert wird. Mit ihrem Wassergehalte ändert die Luft aber auch noch ihre Schwere und Dichtigkeit. So hat eine feuchtwarme Luft mit ihrer Wärme und ihrem Gehalt an Wassergas auch an Ausdehnung zugenommen und ist somit dünner und leichter geworden: auch enthält ein bestimmtes Maß solcher Luft weniger Sauerstoffgas als sonst. Eine feuchte und kalte Luft entzieht ihres Wasserdunstes wegen (der ein guter Wärmeleiter ist) dem Körper auch noch Wärme und kann deshalb leicht Erkältung erzeugen.

Die Temperatur der Luft, welche immer und überall von der Sonne abhängt, bedingt auch ihren gasförmigen Zustand, so daß mit dem Steigen der Wärme die Schwere und Dichtigkeit der Luft abnimmt, was sodann wieder

den Luftdruck und den Sauerstoffgehalt herabsetzen muß und umgekehrt. Auf den menschlichen Körper wird sonach die Lufttemperatur durch ihre Wärme oder Kälte, ihren vermehrten oder verminderten Druck und Sauerstoffgehalt einwirken. — In warmer und also dünner Luft muß natürlich ein Athemzug weniger Sauerstoff enthalten, als in kalter dichter Luft. — Die heftige Einwirkung der Sonnenhitze auf den Kopf, sowie anstrengende Thätigkeit und besonders die ungenügende Aufnahme von Getränken bei hoher Temperatur erzeugen den sogen. Sonnenstich oder Hitzschlag (Insolation), bei welchem infolge gestörter Wärmeabgabe eine übermäßige Erhöhung der Bluttemperatur stattfindet und damit oft ziemlich schneller Tod durch Stillstand des Herzens erfolgt. Kaninchen und Hunde werden durch die strahlende Wärme der Sonne bei einer Lufttemperatur von 21—22° C. in ein bis zwei Stunden getödtet. Die Wärme des Thieres steigt hierbei bis 44—46° C.; sie sterben unter unzählbaren Athemzügen, Erstickung und Herzschlag mit Krämpfen.

Eine Bewegung findet in der Luft fortwährend, aber in sehr verschiedener Stärke und Schnelligkeit statt, weil immerfort in dieser oder jener Gegend des Luftkreises eine Ungleichheit hinsichtlich der Dichtigkeit und Druckkraft, der Schwere und Elasticität der Luft eintritt. Am häufigsten hängen die Veränderungen des atmosphärischen Gleichgewichts von einer Ungleichheit in der Erwärmung verschiedener Luftgegenden oder von einer mehr oder weniger raschen und ausgebreiteten Verdichtung der Wasserdünste an den einen oder der stärkeren Verdunstung an anderen Stellen des Luftkreises ab. Stets wird natürlich die Luftströmung nach der Stelle hinziehen müssen, wo die Luft verdünnt und ausgedehnt ist. Auch bei vollkommener Windstille bewegt sich die Luft noch mit einer Geschwindigkeit von etwa 0,5 Meter in der Secunde; ein leiser Wind legt etwa 2 Meter, ein mittelstarker Wind 10—15, ein heftiger Sturm 35—40 Meter in der Secunde zurück. Die Luftströmungen (Winde) sind insofern von großer Bedeutung, als durch sie eine beständige und ununterbrochene Erneuerung der Luftschichten, ein Zuführen von Sauerstoff und ein Hinwegführen schädlicher Stoffe möglich gemacht ist; sie können also geradezu als das natürliche Ventilationsmittel der Atmosphäre betrachtet werden. Auch helfen sie die verschiedenen Verhältnisse in der Temperatur und Feuchtigkeit zwischen den verschiedenen Gegenden des Luftraums (z. B. durch Verbreitung der Wasserdünste und Wolken) ausgleichen. Vom menschlichen Körper entführt die bewegte Luft die umgebenden Ausdünstungsstoffe und erzeugt durch Beförderung der Verdunstung Abkühlung desselben; bei bewegter Luft ist uns deshalb die Hitze erträglicher, die Kälte dagegen doppelt lästig. Außerdem können die Luftströmungen durch Zuführen kalter oder warmer, trockener oder feuchter Luft, sowie schädlicher und fremdartiger Stoffe mehr oder weniger vortheilhaft oder nachtheilig auf den Menschen einwirken. Kalte und trockene Winde, wie bei uns die Nord- und Ostwinde, wirken im Allgemeinen anregend und erfrischend, reizen aber leicht die Athmungsorgane und können Lungenkranken und Rheumatikern gefährlich werden; warme und feuchte Winde dagegen, wie unsere Süd- und Südwestwinde, verringern die Hautausdünstung und rufen die Empfindung der Abspannung und Erschlaffung hervor. Plötzliches Umschlagen des Windes wird wie rascher Temperaturwechsel von reizbaren und nervösen Naturen unangenehm empfunden.

Was die elektrischen oder magnetischen Eigenschaften oder Strömungen in der Atmosphäre betrifft, so werden diese wahrscheinlich durch den erwärmenden Sonneneinfluß angeregt. Uebrigens ist der elektrische Zustand (die elektrische Spannung und freie Elektricität) der Luft sehr veränderlich und wird durch die verschiedenartigsten Processe im Luftkreis bedingt. Der Einfluß der Luftelektricität auf lebende Organismen und insbesondere auf den Menschen ist noch durchaus unbekannt.

Die zufällige Verunreinigung der Luft mit Staub (pflanzlichen, thierischen und mineralischen Partikelchen) wechselt nach Ort und Zeit. Sie kann zu Krankheiten der Athmungswerkzeuge Veranlassung geben und schon bestehende Krankheiten in gefährlichster Weise steigern. Der gewöhnliche Straßenstaub, der durch den Wind vom Erdboden aufgewirbelt wird und bei ruhiger Luft bald wieder zu Boden sinkt, besteht aus gröberen Körperchen (Sand, Kalk- und Steinpartikelchen, untermischt mit getrockneten Theilchen animalischer Auswurfsstoffe und anderen organischen Substanzen) und ist eine wahre Plage für die Bewohner der Städte. Er reizt die Augen und die Schleimhäute der Luftwege, kann Katarrhe und Entzündungen derselben erzeugen und wirkt besonders auf empfindliche Lungen sehr nachtheilig. Nur gute Pflasterung, regelmäßiges Kehren und fleißiges Besprengen der Straßen vermögen hier Abhülfe zu schaffen. Noch lästiger wirken die scharfkantigen Kohlentheilchen, welche in großen Städten der Luft durch qualmende Schornsteine und Essen mitgetheilt werden und durch ihr Eindringen in die Lungenbläschen schleichende Entzündungen des Lungengewebes hervorrufen können. Die Verhütung dieser Calamität durch eine vollkommenere Rauchverbrennung bleibt freilich vorläufig noch immer blos ein frommer Wunsch der öffentlichen Gesundheitspflege. — Um Staub jeder Art von dem Eindringen in die Athmungswege abzuhalten, verbindet man Mund und Nase mit einem Tuche (Vorhalten des Taschentuchs) oder trägt eine Mund und Nase verdeckende Maske mit Watteeinlage. Bedeutender Schutz erwächst schon daraus, daß man sich angewöhnt, durch die Nase und nicht durch den Mund Athem zu holen, weil im Nasenschleim viele der schädlichen Partikelchen hängen bleiben. — Die in der Luft schwebenden sogen. Sonnenstäubchen, welche am deutlichsten gesehen werden, wenn Sonnenlicht in einen dunkeln Raum fällt, sind Keime niedrigster Thier- und Pflanzenarten (Vibrionen, Pilze, Bakterien), die beim Menschen nicht selten Anlaß zu Krankheiten geben. Diese Stäubchen bleiben, wenn man die Luft durch Watte zieht, in dieser hängen und wird diese filtrirende Wirkung der Watte vielfach dazu benutzt, Krankheitskeime von menschlichen Organen und wunden Stellen abzuhalten.

Vermöge der erwähnten chemischen und physikalischen Kräfte, welche die atmosphärische Luft besitzt, und in Folge der mancherlei Naturerscheinungen, welche in diesem Luftmeere ohne Unterlaß vor sich gehen, übt die Luft nicht blos auf die gesammte Erdoberfläche, sowie auf die ganze Pflanzen- und Thierwelt, den Menschen nicht ausgenommen, einen sehr bedeutenden, ganz unentbehrlichen Einfluß aus, sondern sie hilft auch im Innern der Erdrinde und im Wasser in hervorragendem Grade beim Zustandekommen der mannigfaltigsten Processe. Aber alle jene Eigenschaften der Luft und der Vorgänge im Luftraume, welche zusammengenommen der meteorologische Zustand (das Witterungsverhältniß) der Luft genannt werden, sind einem beständigen Wechsel unterworfen und zwar nach Tages- und Jahreszeit, nach Himmelsstrichen und Ländern. Anderntheils zeigen jedoch die stoffliche Mischung der Luft, die Grade der Temperatur, der Feuchtigkeit, die Elasticität, Schwere und Elektricität derselben eine so innige Verkettung unter einander und einen so bestimmenden gegenseitigen Einfluß auf einander, daß es zur Zeit noch unmöglich ist, die Wirkung der atmosphärischen Luft auf das Befinden des Menschen im Einzelnen hinreichend genau zu beurtheilen.

II Die **Wärme** ist für den Menschen in doppelter Beziehung von Bedeutung, einmal als Eigenwärme (s. S. 191), sodann als äußere Wärme. — Die Wärmemenge, welche der menschliche Organismus durch seinen Stoffwechsel producirt, ist ganz beträchtlich; sie beträgt für den erwachsenen Mann durchschnittlich in 24 Stunden etwa 2 bis $2^1/_2$ Tausend Wärmeeinheiten, d. h. soviel Wärme, als nöthig wäre, um 20 bis 25 Kilogramm Wasser vom Gefrierpunkte bis zum Siedepunkte zu erhitzen. Sie ist natürlich geringer bei Personen mit geringem Stoffwechsel oder bei Hungernden, größer bei energischem Stoffwechsel und bei reichlicher, namentlich fettreicher Nahrung.

Die Eigenwärme kann nach den verschiedenen Umständen regulirt werden und gestattet so dem Menschen unter den verschiedensten Temperaturverhältnissen leben zu können. Diese Gleichmäßigkeit der Temperatur seiner Organe ist für den Menschen eine der allerwichtigsten Lebensbedingungen und sie wird beim normalen Vonstattengehen des Stoffwechsels (im Zustande der Gesundheit) unter allen Verhältnissen aufrecht erhalten. Das Blut des Negers, welcher in der heißen Zone unter dem Aequator lebt, ist nicht um $^1/_{10}{}^0$ wärmer, als das des Eskimo im höchsten Norden zur kältesten Jahreszeit; immer beträgt seine Temperatur 37 bis $37^1/_2{}^0$ C. Die Extreme der Temperatur, unter welchen Menschen leben, sind in den Tropen + 35 bis $40^0$ C. und in den Polargegenden — 32 bis $47^0$ C., also eine Differenz von beinahe 100 Graden. Selbst die mittleren Monatstemperaturen mancher Gegenden differiren um mehr als $40^0$ und doch sind die Organe des Menschen überall gleich warm. Natürlich giebt es eine Grenze, innerhalb welcher nur der menschliche Körper sich mit Hülfe seiner Eigentemperatur von der Außentemperatur unabhängig zu erhalten vermag. Außerhalb dieser Grenze wird Leben und Gesundheit gefährdet. Wie unser Organismus seine Eigentemperatur unter der fortgesetzten Einwirkung einer sehr bedeutenden Kälte nicht behaupten kann, so ist auch seine Widerstandsfähigkeit höheren Temperaturgraden der Umgebung gegenüber ebenfalls nicht unbegrenzt. Und wenn der Mensch auch bei sehr verschiedenen Wärmegraden zu bestehen vermag, so sind seinem Wohlbefinden ebenso wie seiner Leistungsfähigkeit doch nur die mittleren Temperaturgrade am zuträglichsten. Größere Wärme erschlafft Körper und Geist, gestattet weder schwere geistige noch körperliche Arbeit und gewährt auch die zu größeren Leistungen nöthige Erholung und Erfrischung nicht; geringere Wärme macht zu leichten und feinen Bewegungen unfähig und führt bei längerer Einwirkung zu Bewegungsträgheit, rascher Ermüdung und Schwinden der Hirnfunctionen. — Durch die Kleidung und Wohnung (mit ihren Heizungsapparaten) schützen wir uns gegen zu große Hitze und Kälte; auch übt die Art der Nahrung und die Körperanstrengung großen

Einfluß darauf aus. — Der größte Theil unserer Körperwärme wird durch Ausstrahlung, durch Verdunstung und durch Leitung abgegeben und zwar weit mehr durch die Haut als durch die Lungen.

Die Wirkung der übermäßigen Kälte beschreibt der berühmte Nordpolfahrer Kane: zuerst als in einer immer mehr zunehmenden Unlust zur Bewegung, die sich endlich bis zur vollständigen Hemmung derselben steigert, so daß die Action der Muskeln ganz unmöglich wird. Bald tritt eine Umnebelung der Sinne und Unfähigkeit zu denken ein, die fast unwiderstehlich zum Schlafen zwingt. Trotzdem ist dieser Zustand des Erfrierens sehr schmerzhaft und ungemein peinlich; Kane konnte Nichts von der Annehmlichkeit des Schläfrigwerdens vor dem Erfrierungstode bemerken, von welcher man in warmen Zimmern zu träumen pflegt. — Beobachtungen an scheinbar erfrorenen Thieren lehren, daß diese, trotzdem daß die Lebensfunctionen schon vollständig erloschen schienen, doch wieder zum Leben zurückgebracht werden konnten. Man konnte dem Anscheine nach seit 40 Minuten durch Kälte getödtete Thiere wieder vollständig beleben, wenn man, zugleich mit künstlicher Wärmezufuhr von außen, künstliche Athmung einleitete. Das Leben wird also durch die Kälte für einige Zeit nur latent, ohne daß der erkaltete Körper lebensunfähig d. h. todt wäre. — Die Wirkung der übermäßigen Wärme besteht zuerst in Ermattung und Schläfrigkeit, welchem Stadium dann allgemeine Krämpfe, die sich bis zum Tetanus steigern können, und schließlich Tod unter Schwinden des Bewußtseins (Coma) folgen. Die gesteigerte Wärme, bei welcher zuerst alle organischen Vorgänge rascher verlaufen, ist auch auf die einzelnen Körperorgane nicht ohne Einfluß. In den Nerven steigert sich die Leitungsfähigkeit der Bewegung und die Erregbarkeit. Hohe Wärmegrade vernichten aber sehr rasch die Lebenseigenschaften der Gewebe. Die Nerven und Muskeln, Blutkörperchen und Drüsenzellen sterben schon bei einer Erhöhung der Temperatur um wenige Grade über die Normaltemperatur des Körpers plötzlich ab. Sie verfallen in die sogen. Wärmestarre, welche auf einer Gerinnung eines Theiles der in dem Gewebssafte gelösten Eiweißsubstanzen beruht. Beim Menschen und bei Säugethieren tritt diese Gerinnung und in deren Gefolge der Tod des Gewebes zwischen 49° und 50° C., bei Vögeln erst bei 53° C., bei Kaltblütern schon bei 40° C. ein.

Da nur bei dem gehörigen Wärmegrade innerhalb unseres Körpers die Lebensprocesse ordentlich vor sich gehen können, so muß also auch stets auf das richtige Maß von Wärme im Körper gehalten werden und dies läßt sich nach Umständen mit Hülfe der Nahrung, Kleidung, Wohnung, Abkühlung ermöglichen. Am meisten bedarf der Mensch der Wärme in der ersten Jugend, sowie im höhern Alter; auch hat er sich im Schlafe wärmer als im Wachen und Arbeiten zu halten. Bei schlechter Nahrung vermag unser Körper der Kälte viel weniger Widerstand zu leisten als bei guter Kost. — Bei bedeutender Temperatursteigerung im Körper, welche durch Steigerung des Stoffwechsels, kräftige Muskelthätigkeit, reichliche und sehr fettreiche Nahrung, heiße Speißen und Getränke sowie bei regelwidrigem Vonstattengehen des Stoffwechsels (fieberhaften Krankheiten) zu Stande kommen kann, läßt sich eine verstärkte Wärmeabgabe (Abkühlung) des Körpers dadurch erzielen, daß man Anstrengungen, vorzugsweise Muskelanstrengungen meidet, sich mehr ruhig verhält und eine leichte, mehr kühlende Nahrung (kalte Speisen, erfrischende, säuerliche und kühle

Getränke, Eis, Obst, Salat, frische Gemüse) genießt. Gegen die übermäßige Hitze unseres Innern schützt nichts besser als reichliches Trinken kalten Wassers, welches theils direct dem erhitzten Körper Wärme entzieht, theils indirect durch Beförderung der Schweißbildung und der Verdunstung abkühlend wirkt. Eine raschere, jedoch mehr vorübergehende Abkühlung läßt sich dadurch bewerkstelligen, daß man die entblößte Haut im Schatten Wärme ausstrahlen läßt, was aber mit großer Vorsicht (auch beim Luftzufächeln mit dem Fächer) geschehen muß, damit nicht eine Erkältung eintritt, ferner daß man die Haut durch kühle oder kalte Waschungen, Einpackungen oder Bäder abkühlt und daß man den Schweiß rascher zum Verdunsten bringt. — Gegen den Einfluß allzu niedriger äußerer Temperatur, zur Steigerung der Eigenwärme, also um den Körper vor Erkältung und Erfrieren zu bewahren, dienen: heiße Getränke, kräftige Muskelthätigkeit, kräftiges Reiben der Haut, heiße Gegenstände, welche in Berührung mit der Haut Wärme an diese abgeben (Wärmflaschen, Wärmsteine, heiße Tücher, warme Bäder und Waschungen), kräftige und fettreiche Nahrung, warme Kleider und geheizte Wohnung.

**Erkältung** oder Verkühlung pflegt man die Störung der Thätigkeit der äußeren Haut durch Einwirkung der Kälte zu nennen. Hierbei kann die Gesundheit auf verschiedene Weise geschädigt werden: durch das Zurückgehaltenwerden derjenigen Stoffe im Blute, welche sonst durch die Haut ausgeschieden werden; durch Reizung von Hautnerven, welche krankmachende Reflexe auf innere Organe veranlassen können; durch abnormen Wärmeverlust in Folge gesteigerter Abstrahlung der Wärme an die kalte Luft, wodurch sehr leicht plötzliche Aenderungen im Kreislauf entstehen können. Am leichtesten und gefährlichsten tritt Erkältung auf, wenn große Kälte auf sehr warme und schwitzende Haut einwirkt und wenn diese Einwirkung plötzlich erfolgt. Besonders ist kalte Zugluft (namentlich durch feine Ritzen an Fenstern und Thüren) oder kalte Durchnässung nach Erhitzungen und reichlicher Schweißabsonderung schädlich, ebenso eine zu schnelle Abwechselung zwischen warmen und leichten Kleidungsstücken. Jedoch kann eine Erkältung auch ganz allmählich und unmerklich zu Stande kommen, und zwar durch allzuleichte Bekleidung, durch allzudünne Bedeckung während des Schlafes (besonders auch beim Schlafen auf luftigen, nicht gehörig überdeckten Stahlfedermatratzen), durch Schlafen an einer kalten Wand (ohne Zwischenlagerung eines schlechten Wärmeleiters), in einem Bette mit kalter und feuchter Wäsche, durch dauernden Aufenthalt in kalten feuchten Wohnungen, durch kalte Fußböden, Arbeiten im Wasser, rauhes Klima. — Bei der Verdunstung des Schweißes wird dem Körper sehr rasch eine bedeutende Wärmemenge entzogen und je rascher die Verdunstung stattfindet, desto rascher, plötzlicher und eingreifender ist der Wärmeverlust mit seinen Wirkungen. Schweiß an sich wird nicht zur Krankheitsursache, wenn seine Verdunstung nicht zu rasch erfolgt; geschieht das letztere aber, so kommt sehr leicht eine Erkältung der Haut zu Stande. Wolle auf dem bloßen Leibe getragen, schützt deshalb vor Erkältung, weil sie, da sie sehr hygroskopisch ist und den Schweiß schnell in sich einsaugt, die Hautoberfläche trocknet und die Verdunstung weit von dieser hinweg verlegt. Der Haut wird so der Wärmeverlust möglichst unfühlbar und unschädlich gemacht. Dagegen erkältet die weniger hygroskopische Leinwand deshalb, weil die Haut unter ihr naß bleibt und direct an der Hautoberfläche eine Verdunstung mit Wärmeverlust stattfindet. Feuchte

leinene Kleider erzeugen das Gefühl der Kälte, während die wollenen, bei mäßiger Feuchtigkeit, wärmer zu werden scheinen. Jeder, welcher leicht in Schweiß geräth, wird aus diesem Grunde wohlthun, sich gerade in heißen Zeiten und Klimaten wollener Unterkleider zu bedienen, um sich bei Temperaturwechsel und unvermuthetem Winde oder Zuge nicht der so gefährlichen Erkrankungsursache der Erkältung auszusetzen. Die Folge der Erkältung ist gewöhnlich eine, nicht selten wandernde und schmerzhafte (sogen. rheumatische) Affection im Muskel-, Sehnen- oder Gelenkapparate, zu der sich gar nicht selten Herz- und Herzbeutel-Entzündung (manchmal mit nachfolgendem Herzfehler) gesellen. Auch katarrhalische Entzündungen verschiedener Schleimhautpartien (besonders im Athmungsapparate) können durch Erkältung veranlaßt werden. Am besten läßt sich den üblen Folgen einer Erkältung durch rechtzeitiges Schwitzen vorbeugen und dieses ist am einfachsten durch reichliches Trinken heißen Wassers oder Thees im warmen Bette (am besten in wollene Decken eingehüllt) zu erreichen. Sobald jedoch heftigeres Fieber und schmerzhaftere Affectionen nach einer Erkältung eingetreten sind, stehe man von zu starkem Schwitzen ab und wende nur mäßige äußere und innere Wärme an.

III. Daß das **Licht** zum Leben ganz unentbehrlich ist, wird schon daraus offenbar, daß wir ihm hauptsächlich die Lebensluft (den Sauerstoff) in der Atmosphäre verdanken. Das Licht ist es nämlich, welches den grünen Pflanzentheilen, besonders den Blättern, die Fähigkeit ertheilt, die Kohlensäure zu zerlegen und so Sauerstoff zu liefern (s. S. 243). Nur unter dem Einflusse des Lichts entwickeln sich aus ihren Keimen die, einen grünen Schleim (Prieſtley'schen Schleim) im Wasser darstellenden und aus einfachen oder an einander gereihten Zellen bestehenden einfachsten Pflänzchen (Wasserfäden, Conferven) und Thierchen (grüne Aufgußthierchen). Fast alle Bestandtheile der Pflanzen, zumal die stickstofflosen (Zellstoff, Stärkemehl, eigentliche Holzstoffe, Wachs), verdanken ihre Erzeugung der Kohlensäure und dem Wasser: sie können aus diesen Stoffen aber nur dann hervorgehen, wenn selbige eine Sauerstoffverarmung erleiden, wenn aus ihnen Sauerstoff frei wird, und dieses Freiwerden ereignet sich einzig und allein nur unter dem Einfluß des Lichtes. Blumen, Blätter, Früchte sind nach dem treffenden Ausspruch von Moleschott aus Luft gewebte Kinder des Lichts und es sind condensirte Sonnenstrahlen, mit denen wir im Winter unsere Oefen und Zimmer erwärmen, mit denen wir durch unsere Dampfmaschinen Lasten bewegen, mit denen der menschliche und thierische Organismus die activen Bewegungen hervorbringt, durch welche er sich von der Pflanze so wesentlich unterscheidet. — Daß das Sonnenlicht den thierischen Stoffwechsel beschleunigt, beweist die Thatsache zur Genüge, daß die Menge der ausgehauchten Kohlensäure mit dem Lichte wächst und daß sie ihre niedrigste Grenze in völliger Dunkelheit erreicht. Die Mästung gelingt deshalb im Dunkeln leichter, weil mehr Fett darin gespart wird. Höhere Lebensverrichtungen verlangen unbedingt Licht und wie der Mensch im Sonnenschein ein ganz anderer als bei trübem Wetter ist, wie die Bewohner lichtloser Räume gar bald blaß, kraftlos und

gedunsen werden, ist wohl einem Jeden aus eigener Anschauung hinreichend bekannt. — Doch giebt es auch einige wenige niedere Thiere, welche zu ihrem Leben des Lichtes nicht bedürfen, wie die Eingeweidewürmer und die Krebse und Fische in unterirdischen Höhlen.

## Die Bekleidung des Körpers.

Abgesehen davon, daß die Kleidung der Sittlichkeit, sowie als Zierde und Schutz unseres Körpers dient, soll sie auch gegen die schädlichen Einflüsse der Witterung und des äußern Luftkreises, sowie vor gefährlichen Erkältungen der Haut (zumal bei raschem Temperaturwechsel) schützen und als schlechter Wärmeleiter unsere Körperwärme zusammenhalten. Denn da wir fortwährend, zumal bei kalter Luft von unserer Eigenwärme einen nicht unerheblichen Theil an den Luftkreis abgeben müssen, so ist es durchaus nöthig, dem Erkalten unseres Körpers entgegenzuwirken, und dies thun wir, je nach dem Kältegrade der Luft, durch wärmere, dickere oder dünnere Kleidungsstücke. Natürlich müssen diese theils den äußeren wie persönlichen Verhältnissen jedes Einzelnen entsprechen, z. B. der Jahres- und Tageszeit, der Witterung, dem Himmelsstriche, Alter und Geschlechte, der Lebens- und Beschäftigungsweise, der Constitution und dem Grade der Eigenwärme. Den meisten Vortheil bringt das Warmhalten der Füße, des Bauches, des Rückens und der Achselhöhlen. Deshalb ist für Viele, zumal für Kranke, das Tragen wollener Strümpfe, einer Leibbinde und eines dünnen Flanelljäckchens auf der bloßen Haut sehr empfehlenswerth, zumal bei Gelegenheiten, bei denen leicht eine Erkältung dieser Theile zu Stande kommt.

Der *Hauptzweck der Kleidung* besteht darin, den Wärmeabfluß aus unserm Körper, für dessen Regulirung im Körper selbst durch unwillkürlich thätige Einrichtungen gesorgt ist (s. S. 197), je nach Erforderniß willkürlich zu modificiren. Der Werth der Kleidung steigt für den Menschen mit der abnehmenden Mitteltemperatur (oder mit anderen Worten: mit der zunehmenden Kälte) des Klimas, in welchem er lebt. In seinen Kleidern trägt der Mensch das für sein Wohlbefinden erforderliche Klima bis zu den arktischen Regionen. Die Mitteltemperaturen, in welchen der Neger und Eskimo leben, unterscheiden sich um 40—50° C., und doch ist die Bluttemperatur beider gleich, weil sie ihre Kleidung (allerdings auch ihre Nahrung) der Temperatur anpassen. So ist die Kleidung, weil sie die Eigenwärme und die Ausdünstung unseres Körpers in heißen wie in kalten Klimaten, bei nasser und trockner Witterung in Ordnung zu halten vermag, ein wichtiges Hülfsmittel, durch welches der Mensch jedem Himmelsstriche zu trotzen im Stande ist. Natürlich muß er seine Kleidung auch dem Temperatur- und Feuchtigkeitsgrade stets *richtig* anpassen; er muß danach verschiedene Stoffe, ja selbst verschiedene Farben und Formen für die Kleidung wählen. Zuvörderst kommt bei der Kleidung auch ihre Fähigkeit, die *Wärme zu leiten*, in Betracht; die Kleider müssen schlechte Wärmeleiter sein, damit sie die ihnen übertragene Wärme nicht zu rasch durch sich hindurchlassen und wieder abgeben. Je schlechter eine Substanz die Wärme leitet, um so schwerer wird sie äußere Kälte, sowie die Wärme

der Luft und unseres Körpers durch sich hindurchdringen lassen, sonach den Körper ebenso warm wie kühl erhalten können. Unter unseren Kleiderstoffen sind vor allen thierische Stoffe, wie Wolle und Seide, und noch mehr Pelzarten und Flaum schlechte Wärmeleiter, während leinene Substanzen die Wärme besser leiten. Die Baumwolle steht zwischen diesen und jenen mitten inne, im Winter ist sie deshalb wärmer als Leinenzeug und im Sommer schützt sie vor Erkältung. — Es überziehen die Kleider den Menschen gleichsam mit einer zweiten Haut, an deren äußerer Oberfläche die Wärmeabgabe ohne die für unsere eigene Haut unangenehme Empfindung von Frost vor sich geht. Bei richtig gewählter Kleidung erkältet sich unsere empfindliche nervenreiche Haut niemals unter 24—30° C. und dabei erst fühlen wir uns wohl. An behaarten Stellen übernehmen die Haare als schlechte Wärmeleiter und unempfindliche, nervenlose Gebilde die Stelle der Kleider und an ihrer Oberfläche findet die Abkühlung unempfunden statt. — Ist die Temperaturdifferenz zwischen Haut und Luft sehr bedeutend, so ziehen wir mehrere Kleider übereinander, um die Wärmeabgabe noch weiter von der Hautoberfläche wegzuverlegen.

Was das Verhalten der Kleiderstoffe in Bezug auf die Aufnahme von Feuchtigkeit (die hygroskopische Eigenschaft derselben) betrifft, ob und in welchem Grade sie Wasser aus der Luft oder unsere wässerige Hautausdünstung (Schweiß) aufnehmen und zurückhalten können, so ist dieses von großer Bedeutung, zumal auf die Abkühlung unsers Körpers. Das gleiche Gewicht an Schafwolle (Flanell) nimmt in feuchter Luft fast doppelt so viel Wasser in sich auf als Leinwand; diese verliert aber ihr hygroskopisch aufgesaugtes Wasser viel rascher als die Wolle, welche letztere also weit langsamer als die Leinwand trocknet und so den Wärmeverlust der Haut auf eine möglichst große Zeit verlegt. Die Verdunstung entzieht der feuchten Fläche, an welcher sie stattfindet, eine bedeutende Wärmemenge; je rascher aber die Verdunstung stattfindet, um so rascher und plötzlicher ist der Wärmeverlust, desto eingreifender seine Wirkungen. Leinene Stoffe eignen sich also, weil sie bei äußerer Hitze und beim Schwitzen mehr Kühlung verschaffen (in Folge des Sinkens der Eigenwärme unseres Körpers und des raschen Verdunstens des Schweißes) für den Sommer und heißes Klima, während wollene und baumwollene Stoffe, weil sie den aufgenommenen Schweiß nur langsam verdunsten lassen, eine raschere Abkühlung des Körpers verhindern. Darum schützen wollene Unterkleider, auf dem bloßen Leibe getragen (bei Erhitzungen, leichtem Schwitzen und bei heißer Temperatur) eher gegen Erkältung, als Leinwand, welche oft Erkältungskrankheiten veranlaßt. Ausschließlich hierauf beruht der Vorzug, den man der Wollkleidung für gewisse Verhältnisse einräumen muß; die Seuchen- und Affectfestigkeit dagegen, welche Professor Jäger den Trägern seines „Normal-Wollcostüms" verheißt, existirt nur in der Phantasie seines Entdeckers und steht auf gleicher Stufe mit seiner famosen Seelenriecherei, was natürlich nicht ausschließt, daß sich Leichtgläubige genug finden, die ihr einziges Heil in einem wollenen Schnupftuch suchen. — Nasse Kleider, zumal leinene, auf dem Leibe trocknen zu lassen, ist wegen der bedeutenden Entziehung von Eigenwärme unseres Körpers gefährlich. Wasserdichte Stoffe, wie Mackintosh, Guttapercha, Kautschuk, veranlassen, weil sie die Hautausdünstung und den Schweiß nicht aufnehmen und hindurchlassen, ein unbehagliches Gefühl lästiger feuchter Wärme und stärkere Schweißabsonderung. Sie sind deshalb wohl bei Nässe mit Kälte, aber nicht bei Nässe mit Wärme zu gebrauchen. Ansteckungsstoffe (unseres Körpers und der Außenwelt) können sich in seidenen, wollenen und baumwollenen Stoffen leichter und länger aufhalten als in leinenen.

Der Grad der Dichtheit eines Stoffes (der Luftgehalt der Kleider) hat Einfluß auf seine Wärmeleitung. Weil die Luft selbst ein schlechter Wärmeleiter ist, so muß auch ein Stoff, der viel Luft in seinen Maschen enthält, also ein lockerer und poröser, wärmer sein, als ein dichter und fester. Gestrickte,

weitmaschige Strümpfe halten wärmer, als dichte gewirkte. Ein wattirtes Kleidungsstück hält im neuen Zustande wärmer, als wenn es abgetragen ist und zwar deshalb, weil die Watte, deren Menge doch ganz gleich geblieben ist, sich beim Tragen verdichtet hat. Ebenso wirken die neuerdings viel beliebten baumwollenen Netzjacken warmhaltend, weil sich zwischen ihren weiten Maschen viel Luft anhäuft und die vom Körper ausgestrahlte Wärme aufspeichert. Bei einem Pelze sind es die feinen Härchen, welche ihm seine warmhaltende Eigenschaft verleihen. Diese fangen alle Wärme auf, welche von der Hautoberfläche durch Strahlung oder Leitung abfließt und geben sie an die zwischen den einzelnen Härchen befindliche Luft ab.

Die Farbe der Kleidungsstücke wirkt insofern auf unsern Körper, als dunkle, zumal schwarze Stoffe, die Eigenschaft haben alle Lichtstrahlen einzusaugen und die Wärme besser zu leiten, also wärmer halten und sich deshalb für den Winter und kältere Länder eignen, während hellfarbige, zumal weiße Stoffe, mehrere oder alle Lichtstrahlen zurückwerfen und die Wärme nicht so leicht in sich aufnehmen und darum für den Sommer und heiße Länder passen. Sodann saugen aber auch dunkle farbige Stoffe leichter Feuchtigkeit, flüchtige, riechende Substanzen und wahrscheinlich auch Ansteckungsstoffe auf als helle. Aus diesem Grunde sind die dunkeln und wollenen Ordenskleider der Krankenpflegerinnen zu verwerfen. Von Gerüchen nimmt Schwarz am meisten auf, dann Blau, Roth, Grün, nur wenig Gelb und fast nichts Weiß.

Der Schnitt der Kleidung, besonders die Weite oder Enge derselben, ist für unser Wohlsein durchaus nicht ohne Wichtigkeit. Ein weites und an verschiedenen Stellen offenes Kleidungsstück erlaubt einen steten Wechsel der zwischen dem Kleide und unserm Körper befindlichen nicht unbedeutenden Luftmenge, wodurch das Verdunsten des Schweißes und das Abkühlen der Haut ganz wesentlich erleichtert ist. Ein weites Kleid paßt also für warmes Klima und heißes Wetter. Bei besser anschließenden Kleidern findet sich dagegen zwischen Körper und Kleidung nur eine dünne Luftschicht, die hier und da auch noch durch umschnürende Kleidungsstücke (Halsbinde, Schnürleib, Gürtel, Bund und Bänder) stellenweise ganz abgesperrt und stagnirend wird, so daß der Wechsel derselben sehr erschwert ist. Diese Luftschicht wirkt als schlechter Wärmeleiter erwärmend und deshalb eignen sich anliegende Kleider für den Winter und kalte Himmelsstriche. Werden mehrere Kleidungsstücke über einander gezogen, sind die obersten gar dick und von Wolle, dann muß der Körper wegen der vielen warmen um einander herumliegenden Luftschichten zwischen den Kleidern, stark erwärmt werden. Die Nachtheile, welche sehr enge Kleider haben können, bestehen theils darin, daß sie das Vorhandensein einer erwärmenden Luftschicht über der Haut verhindern und dadurch weniger warm halten (wie enge Schuhe und Handschuhe), theils wenn sie zu eng sind, durch Pressen und Drücken schaden. Am gefährlichsten ist das feste Zusammenschnüren des Halses, das Zusammenpressen des Brustkastens und das feste Umgürten der Oberbauchgegend durch Unterrocksbänder, Gürtel und Hosenbunde.

Eine weitere Aufgabe der Kleidung, welche auch die der Wohnräume ist, besteht darin, die Luftbewegung an unserer Hautoberfläche, von welcher die größere oder geringere Wärmeabgabe, sowie die Verdunstung des Schweißes, so aber die Temperaturerniedrigung abhängig ist, so weit zu mäßigen, daß sie keine Frostempfindung in unseren Hautnerven und keine Erkältung mehr hervorbringt. Je rascher die Luft an feuchten Stoffen vorbeizieht, je schneller also neue kalte Lufttheilchen mit der Wärmequelle in Berührung kommen, desto rascher geht die Verdunstung vor sich, um so rascher wird einem warmen Körper seine Wärme entzogen. Deshalb trocknet Wäsche bekanntlich im Winde weit rascher als bei ruhiger Luft, und sonst gleichen Verhältnissen. Eine vollständig ruhende Luftschicht befindet

sich niemals um unsere bekleidete Hautoberfläche; denn mit feinen Instrumenten (Anemometern) kann man in den Kleidern einen aufsteigenden Luftstrom nachweisen, der mit Abnahme der äußeren Temperatur an Stärke zunimmt. Trotz dieser Bewegung erreicht aber die Luft innerhalb passender Kleider eine Temperatur von 24—30° C. — Die Undurchdringlichkeit der Kleider für Luft, welche den Luftstrom innerhalb derselben beschränken kann, ist durchaus nicht so nöthig als man glaubt. Versuche lehren, daß die Durchdringlichkeit für Luft keinen Maßstab für die Fähigkeit, warm zu halten abgeben. Ein Kleid kann luftig sein und doch warm halten; es kommt nämlich viel mehr auf die Wärmeleitungsfähigkeit und die Unterschiede in der Wasserverdunstung des Stoffes, als auf die Menge von Luft, welche es durchläßt, an. Trotz des Unterschiedes im Warmhalten lassen Leinwand und Buckskin gleichviel Luft in derselben Zeit durch. Die waschledernen Handschuhe halten warm, während man in den kaum für die Luft durchgängigen Glacéhandschuhen friert. Durch Befeuchtung wird die Durchgängigkeit für Luft unterbrochen und die normale Hautausdünstung wird dadurch behindert; dies ist auch bei Kautschukkleidern der Fall, welche deshalb zum längeren Tragen nicht zu empfehlen sind. — Pettenkofer, der über die Function der Kleider eingehende Untersuchungen angestellt hat, sagt über den Nachtheil *nasser Füße*: wenn wir uns im Freien nasse Füße zugezogen haben, so beginnt, so wie wir in ein warmes Zimmer mit trockner Luft kommen, eine bedeutende Verdunstung. Wenn man an der Fußbekleidung nur 3 Loth Wolle durchnäßt hat, so erfordert das Wasser darin soviel Wärme zu seiner Verdunstung, daß man damit $^1/_2$ Pfund Wasser von 0° zum Sieden erhitzen oder mehr als $^1/_2$ Pfund Eis schmelzen könnte. Man wechsele also ja nasse Strümpfe sowie andere feuchte Leibwäsche und Kleidungsstücke so schnell als möglich.

*Was die Bekleidung der einzelnen Körpertheile* betrifft, die natürlich nach Jahreszeit, Witterung, Klima, Alter, Beschäftigung und Gewöhnung verschieden gewählt werden muß, so läßt sich im Allgemeinen nur sagen, daß der Oberkörper kühler gehalten werden kann, während Unterleib und Füße wärmer zu bekleiden sind. Am Oberkörper sind vorzüglich die schwitzenden Achselhöhlen und der Rücken, am Unterkörper der Bauch vor Erkältung zu bewahren. Kleine Kinder und alte Leute gedeihen nur bei Wärme und müssen daher stets warm gekleidet sein; die Jugend und das mittlere Lebensalter trage dagegen eine mäßig warme Kleidung. Man übertreibe übrigens die Abhärtung durch leichte Bekleidung nicht und gewöhne die Haut nur allmählich an Kälte. — Der *Kopf*, schon durch seine Haare geschützt, muß immer möglichst leicht und kühl bedeckt und nur vor übermäßiger Hitze, Sonnenbrand, Kälte, Wind und Nässe bewahrt werden. Die *Kopfbedeckung* soll natürlich den verschiedenen Klimaten angepaßt werden; in den heißen Ländern sind Strohhüte mit weißem Schleier, in den arktischen Regionen dagegen Baschliks und Kapuzen aus Kameelhaaren oder Pelzmützen aus Seehundsfell am meisten zu empfehlen. — Der *Hals*, am besten schon von Kindheit an ganz bloß getragen, darf niemals durch warme, festanliegende, steife und hohe Halsbinden, sowie durch enge Hemdenkragen eingeschnürt werden. Man muß bequem mit zwei Fingern zwischen Binde und Hals hineinfahren können. — Der *Brustkasten* sollte stets eine solch weite Bekleidung

haben, daß ihm das tiefe Athemholen bequem gestattet ist. Beim weiblichen Geschlechte schaden sehr oft die engen Kleider und Schnürleiber, beim Manne die bis an den Hals fest zugeknöpften Röcke und Westen (Uniformen), sowie unelastische Hosenträger, die sich über der Brust kreuzen. — Der Unterleib muß vorzüglich in seiner Oberbauchgegend (in welcher Leber, Magen und Milz ihre Lage haben) vor Druck geschützt werden. Deshalb sind festgebundene Unterrocksbänder, Gürtel und Bunde von großem Nachtheil. Es ist daher nicht rathsam, die Hosen anstatt der elastischen Träger mittels eines Leibriemens festzuhalten. — Die Füße werden am meisten durch zu enge Stiefeln und Schuhe gequält und krank gemacht. Baumwollene Strümpfe sind den leinenen Strümpfen vorzuziehen; wer am Fußschweiß leidet, sollte stets wollene Strümpfe tragen. Gummischuhe sind gegen Nässe und Kälte empfehlenswerth, nur müssen sie im warmen Zimmer sofort ausgezogen und dabei die Strümpfe öfters gewechselt werden. Die Strumpfbänder sind oberhalb des Kniees anzulegen.

Beachtenswerthe Regeln sind ferner noch: man richte seine Bekleidung stets nach der Temperatur und der Feuchtigkeit der umgebenden Luft ein. Man trage sich im warmen Zimmer nicht zu warm; achte im Frühling und Herbst auf die Temperaturveränderung, besonders am Abende; lege die Winterkleider nicht zu schnell ab und die Sommerkleider nicht zu schnell an, sondern gewöhne den Körper nur allmählich an den Uebergang zu leichterer Kleidung. Man wechsele die Kleidung, zumal die Leibwäsche so oft als möglich. Durchnäßte Kleidungsstücke lege man sobald als möglich ab und dafür trockene an.

Die **weibliche Kleidung.** Die Frauen verdanken eine Menge von beschwerlichen und gefährlichen Krankheiten ihrer theils unzweckmäßigen, theils ungenügenden Kleidung und zwar deshalb, weil sie entweder selbst als Krankheitsursache wirkt oder krankmachenden Einflüssen leichter Eintritt zum Körper gestattet und so nicht selten auch zur Verkümmerung der ganzen Nachkommenschaft den Grund legen kann. Um dies erklärlich zu finden, erinnere man sich nur an das, was der Körper zu seiner regelmäßigen Erhaltung verlangt. Er braucht zuvörderst ein gutes Blut, welches flott durch die Organe des Körpers hindurch läuft, sodann bedarf er aber auch noch des gehörigen Wärmegrades und des zweckmäßigen, mit gehöriger Ruhe abwechselnden Thätigseins aller seiner Theile. Die Bereitung eines guten Blutes ist nur bei guten Verdauungs- und Athmungsorganen durch Aufnahme passender Nahrung und Luft zu bewerkstelligen; nebenbei ist dann aber auch noch die Neubildung (durch Lymphdrüsen, Milz und Lungen) und die Reinigung des Blutes (von alten, abgestorbenen und unbrauchbaren Stoffen, durch Lungen, Nieren und Haut) ganz unentbehrlich. Der Mehrzahl dieser zur Erhaltung der Gesundheit erforderlichen Processe tritt nun bei den meisten Frauen die jetzige Kleidung hindernd in den Weg; vorzüglich sind es der Athmungs-, Kreislaufs-, Verdauungs- und Blutreinigungsproceß, welche dadurch gestört werden. Diese Störung geht aber ebensowohl von der Oberkörper- wie Unterkörperbekleidung aus und wird theils vom Kleide und Schnürleibchen, theils von den Unterröcken und der Fußbekleidung veranlaßt. — Das **Corset** oder

**Schnürleibchen**, welches immer nur erst von dem Jungfrauenalter an, niemals schon von dem Schulmädchen getragen werden sollte, verlangt eine solche Einrichtung, daß die bei der jetzigen Construction der meisten Corsets am übelsten behandelte Körpergegend, die dicht oberhalb des Nabels befindliche Oberbauchgegend nämlich, hinlänglich freien Spielraum behält. Diese Gegend, an welcher äußerlich zu beiden Seiten die unteren Rippen (Hypochondrien) und vorn in der Mitte die Magen- oder Herzgrube wahrzunehmen sind, birgt in ihrem Innern oberhalb des Zwerchfells das Herz und die untere Portion der Lungen, dicht darunter aber Leber, Magen und Milz, sonach die lebenswichtigsten Organe. Wird nun diese Körpergegend fest zusammengeschnürt, so werden alle die genannten Organe eingezwängt und in ihrer Thätigkeit behindert; ja an der verkleinerten, mißgestalteten Leber, bisweilen auch an der Milz, zeigen sich dann sehr oft die Eindrücke der Rippen und des spitzen Endes (des sogenannten Schwertfortsatzes) des Brustbeins. Eine solche verkrüppelte, mit Schnürstreifen versehene Milz und Leber ist natürlich nicht mehr im Stande, zur Verjüngung und Reinigung des Blutes, sowie zur Gallenbildung das Ihrige, wie sie sollte, beizutragen. — Sollen nun die großen Nachtheile, welche das Zusammenschnüren der Oberbauchgegend nach sich zieht, hinwegfallen, dann muß das Corset so eingerichtet werden, daß es nur unterhalb dieser Gegend und oberhalb der Hüften den Leib lose zusammenschnürt, wodurch auch die Taille verbessert und dem Unterleibe ein sicherer Halt gegeben wird. Auf jeder Seite ist ein breiter elastischer Streifen einzusetzen, damit sich die Oberbauchgegend und der Brustkasten je nach Erforderniß gehörig ausdehnen können. — Die **Unterkleider, Unterröcke**, bringen wie die Corsets ebenfalls der Oberbauchgegend Nachtheil, wenn sie hier blos mittels einfacher Bänder fest gebunden werden. Es zeigt sich dies deutlich an der Leber, welche dadurch einen tiefen Quereindruck bekommt und sehr oft eine chronische Entzündung ihrer Kapsel erleidet. Um dies zu verhüten, sollten die Unterkleider entweder an das Corset angeheftet (angeknöpft) oder durch Trag-(Achsel-)Bänder gehalten werden, oder mittels eines breiten sogen. runden Bundes auf den Hüften aufruhen. — Das **Oberkleid** kann insofern eine unzweckmäßige Construction haben, als es den Oberkörper theils einengt, theils der Erkältung (besonders des Rückens und der Achselhöhle) aussetzt. Ausgeschnittene, enge, die Schultern, Arme und den obern Theil des Brustkastens (mit dem gerade die Frauen am meisten athmen) einzwängende Kleider sind ebenso unschön wie nachtheilig. — Die **Fußbekleidung** ist bei den meisten Frauen, zumal bei kalter und nasser Witterung, viel zu leicht. Daher kommt es denn aber auch, daß viele Frauen neben kalten Füßen sogen. Congestionen oder Blutstockungen in diesem oder jenem Theile ihres Körpers haben, welche recht leicht unheilbare und sehr beschwerliche Leiden veranlassen können. Ueberhaupt verlangt die untere Körperhälfte bei der Frau weit mehr Schutz vor Erkältung, als ihr gewöhnlich geboten wird und deshalb sind **Beinkleider** ganz unentbehrliche Kleidungsstücke für das weibliche Geschlecht. — **Strumpfbänder**, wenn sie sehr tief unten und fest gebunden werden, schaden nicht nur der schönen Form der Wade, sondern stören auch den Blut- und Lymphlauf im Beine, geben zur Bildung von Krampfadern Veranlassung und verdienen deshalb ebenfalls eine Beachtung. Sie müssen stets über dem Knie befestigt oder die Strümpfe selbst durch elastische Bänder an den Beinkleidern oder dem Corset befestigt werden.

**Vergiftungen durch Kleider.** Eine große Gefahr liegt in dem Abfärben des Arsenikgrüns von damit gefärbten Ballkleidern und Ballkränzen. Die zu ersteren verwendeten Tarlatane hat man bis zur Hälfte ihres Gewichts mit Arsenikgrün überzogen gefunden. Die Farbe ist nur lose mit Stärke aufgelegt und fliegt bei der geringsten Reibung in Staubwolken ab. Man hat berechnet, daß ein arsenikgrünes Ballkleid bis zu 50 Gramm Arsenik ent-

halten und bis 4 Gr. Arsenikgrün an einem einzigen Ballabende abstäuben kann, innerlich gegeben genügend, um ein paar Dutzend Menschen zu vergiften. — Auch in lila gefärbtem Baumwollenzeug, Baumwollenatlas, hat man Arsenik gefunden. (Ueber das Prüfen der Stoffe auf Arsenik s. später bei giftigen Farben.) — Neuerdings sind wiederholt Fälle beobachtet worden, in denen mit Anilin gefärbte wollene Zeuge, auf der bloßen Haut getragen, sowie das zu Hutfutter verwendete Leder Vergiftungserscheinungen hervorgebracht haben und es empfiehlt sich deshalb, derartige auf bloßer Haut zu tragende Stoffe folgender Prüfung zu unterwerfen. Man giebt in einen Reagircylinder eine Parthie der Wolle oder des Gewebes, übergießt sie mit 90% Weingeist und erhitzt sie bis zum Aufkochen. Färbt sich der Weingeist roth, violett oder violettblau, so ist die Farbe verdächtig.

Die **jetzige Fußbekleidung** mit ihren Nachtheilen. Die Mehrzahl der Verunschönungen des Fußes, dicke Ballen, verdrehte und übereinander gelegte Zehen, schiefe Beinstellung nach innen oder außen, übelriechende Schweiße zwischen den Zehen, Blasen und Wundsein an den Hacken, vor allem aber die Massen von Hühneraugen oder Leichdornen, — und im Gefolge aller dieser Uebel unzählige Schmerzen, die das Leben verbittern und das Gemüth vergällen: — das sind die Folgen des Beinverschönerungssystems unserer modernen Fußkünstler!

Fig. 90.

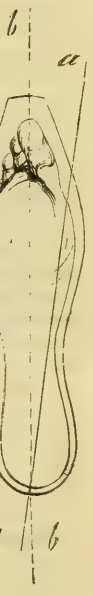
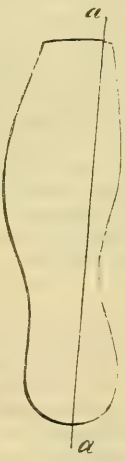



Fig. 88.

Fig. 89.




Werfen wir, um diese Behauptung zu begründen, einen Blick auf die Gestalt des modischen Schuhwerkes und des (dazu gehörigen) Fußes selbst. Nebenstehend (Fig. 88) ist die regelrechte Gestalt der Fußsohle gezeichnet, wie sie sich z. B. im Staube der Landstraße häufig abgedrückt findet. Der Fuß, dessen untere Fläche sich uns hier darstellt, ist nicht eine einfach feste starre Masse, sondern ein fein gegliederter Bau, dessen Gerüste aus 26 einzelnen Knochen besteht, welche durch elastische Bänder so an einander gefügt sind, daß sie zusammen ein Gewölbe bilden, welches den darauf gestützten Körper trägt, und dabei doch auch elastisch federt. Die den größten Theil der Körperlast tragende Linie oder Richtung ist in Fig. 88 mit aa bezeichnet; sie geht von der Mitte der Ferse aus in die Mitte der großen Zehe (oder anders ausgedrückt, die nach hinten fortgesetzte Längenaxe der großen Zehe trifft in den Mittelpunkt der Ferse). Beim Stehen tragen so Ferse und große Zehe zugleich die Körperlast. Wenn im Gehen der Fuß erhoben wird, so wickelt er sich in eben dieser Linie aa vom Boden ab, zuerst die der Ferse, dann die große Zehe. Soll also die Sohle eines Schuhes gut, d. h. zum Gehen brauchbar gestaltet sein, so muß sie diese Hauptbewegung ermöglichen; es muß sich in ihr so, wie Fig. 89 zeigt, die Linie aa wiederfinden. — So sind nun

aber die modischen Schuhe nicht gebaut. Dem Schuhmacher scheint seine Aufgabe nicht darin zu bestehen, daß er dem Fuße eine das Gehen durch ihren Schutz erleichternde Hülle gebe. Sein Ziel ist vielmehr, diese Zusammenhäufung von Knochen, Fleisch und Haut, „Fuß" genannt, in einen möglichst kleinen Raum zu packen, welchen Er (der Schuhverfertiger) für schön hält. Er geht hierbei von dem Grundsatze aus, daß bei dieser Verpackung die Masse von beiden Seiten her gleichmäßig zusammengedrückt werden müsse: nach einer Linie hin, welche wir in Fig. 90 bb bezeichnen. — Um diese Linie wird symmetrisch (oder nur wenig asymmetrisch) eine Figur gezeichnet, welche aus festem Leder geschnitten, die Schuhsohle bildet, über welche sich dann ein möglichst enges Oberleder erhebt. Fig. 90 giebt uns eine Skizze davon, wie sich der Fuß in dem eleganten Stiefel verhält. Er hat aufgehört ein Fuß zu sein; er ist noch eine Masse, die allenfalls noch zum Stützen des Körpers, aber nicht zum Gehen dienen kann, wenigstens nicht ohne Mühe und Unbeholfenheit und nicht ohne dauernden Schaden des Fußes selbst. Die große Zehe wird von ihrer Grundlinie aa hinweg- und von ihrer Wurzel an nach der Eleganz-Linie bb hingebogen, gegen die kleinen Zehen gedrängt und mit diesen zusammengepreßt, so daß sie mit einander ein Dreieck bilden, dessen Spitze in der Mitte des vordern Schuhendes liegt.

So entstehen jene lebenslänglichen Ausrenkungen der großen Zehe, mit Gelenksteifigkeit am Ballen derselben, welche einen häufigen Gegenstand der Chirurgie, und noch hundert Mal häufiger der Klagen im gemeinen Leben bilden und oft fälschlich für „Gicht-" oder „Frostballen" gehalten werden. In Folge des steten Druckes auf die äußere Seite des Nagels der großen Zehe, wodurch der Nagel gewölbt, sein Rand nach unten gedrängt und die ihn bedeckende Haut darüber hinweggewölbt ist, entsteht das so schmerzhafte und oft Monate lang zum Gehen untüchtig machende Uebel des eingewachsenen Nagels, welches oft in böse Eiterungen und Gewebswucherungen (wildes Fleisch) übergeht. Auf die andere innere Seite des Nagels legt sich nicht selten die zweite Zehe und bewirkt durch Druck und Schwitzen eine Erweichung desselben und ein nicht minder schmerzhaftes Wundsein (Excoriation) seiner Nachbarhaut. Auch die anderen Zehen werden oft nicht minder ausgerenkt, in ihren Gelenken schleichend entzündet und endlich versteift (ankylosirt) oder über und unter einander geschoben. Zu allen diesen Qualen gesellen sich nun noch die Hühneraugen, die unvermeidlichen Quälgeister der eleganten Welt, die nach jedem Hinwegschneiden und trotz der hundert zu theuren Preisen ausgebotenen Hühneraugenpflaster (denen das in jeder Apotheke billig zu habende gemeine schwarze oder grüne Hühneraugenpflaster vollkommen die Wage hält) immer von Neuem nachwachsen, so lange der Schnitt der Fußbekleidung nicht geändert wird.

Behufs Anfertigung einer genau passenden Fußbekleidung ist es durchaus erforderlich, daß für jeden Fuß zunächst ein passender Leisten gearbeitet wird und daß beim Messen des Fußes der letztere, da seine größten Dimensionen sich erst beim festen Auftreten offenbaren, fest auf den Boden aufgestellt und alsdann nach seinen Umrissen genau abgezeichnet wird. Bei einer naturgemäßen Schuhform muß die Fußsohle vollständig auf der Sohle ausruhen können; das Oberleder muß an der inneren Zehenseite eine größere Höhe besitzen und die möglichst niederen und breiten Absätze sollen an der Innenseite eine schwache Erhöhung haben. Absätze gewähren, namentlich bei schmutzigem Wetter, Vortheile, aber die übertrieben hohen Absätze (die modernen Stöckelschuhe der Damen) haben sehr große Nachtheile. Es wird nämlich durch dieselben die Last des Körpers unverhältnißmäßig stark auf die Zehen geworfen und dadurch werden die Gelenke zu stark angestrengt, ganz abgesehen davon, daß durch zu hohe Absätze gar nicht so selten Beinbrüche und Verstauchungen veranlaßt werden. Außerdem steht auch auf einem hohen

Absatz die Sohle so schief, daß der Fuß immer nach vorn hinunterrutschen muß, wodurch die Zehen dann sehr stark in die Spitze des Schuhes hineingedrückt werden. Hohe Absätze, namentlich wenn sie auch noch sehr schmal sind, und eng anschließendes Oberleder, namentlich bei engen Stiefeln, begünstigen die Erschlaffung der spannenden Bänder des Fußgewölbes. Ein zusammengesunkenes Fußgewölbe giebt aber dem Fuße diejenige Mißgestaltung, die man Plattfuß nennt. Außerdem hindert auch der Druck des Oberleders das Gehen, weil er sich der bei jedem Schritte im Augenblicke des Abtretens mit dem Fuße entstehenden stärkeren Wölbung des Fußrückens widersetzt. Aus diesem Grunde ist der Schaftstiefel, der seinen Schluß dadurch gewinnt, daß er über dem Fußrücken eng anschließt, eine sehr unzweckmäßige Fußbekleidung. Da dieser Stiefel für bestimmte Zwecke (Waten in Wasser und Schnee) unentbehrlich ist, so ist wenigstens darauf zu achten, daß der Fußrücken nicht zu eng anschließt. Besser als Schaftstiefel sind Schuhe oder Schnürstiefel; der zweckmäßigste Schuh ist aber derjenige, dessen etwas nachgiebiger Schluß an dem Unterschenkel etwas über dem Knöchel angebracht ist. Zu empfehlen sind demnach Halbstiefeln mit elastischen Einsätzen und leicht (durch elastische Einsätze) über den Fußrücken anschließende Schuhe mit Gamaschen. Für tropische Länder eignen sich am besten Sandalen, in denen der Fuß kühler bleibt und häufiger gereinigt werden kann, für arktische Gegenden mit Leder bekleidete Korksohlen und ein mit starkem Wollzeugbesatz versehenes Oberleder; bei Schneewetter Schneeschuhe (große, vorn mit zwei Klappen versehene, hoch hinaufreichende Ueberschuhe, welche über der Spanne zusammengeschnallt werden). — Enge Schuhe wirken wie enge Kleider (s. S. 565). Das Wechseln der Schuhe zur Vermeidung des Schieftretens, welches namentlich bei Kindern vielfach angewendet wird, ist eine Mißhandlung des Fußes, der den Schuh nach beiden Seiten hin austreten und dabei den Gegendruck des Oberleders, welches immer wieder in eine andere Gestalt gedrückt werden soll, immer auf's Neue aushalten muß. — Beim Plattfuß gewähren ein an Schnürschuhen angebrachter 5 Ctm. breiter Riemen, der im Innern des Schuhes den innern Fußrand etwas in die Höhe hebt (der sogen. Plattfußriemen des französischen Militärs), oder die Erhöhung des innern Fußrandes durch einen auf die Sohle aufgenähten Lederkeil eine große Erleichterung.

## Pflege der Verstandesapparate.

**Vernunft, Verstand, Geist,** verdankt der Mensch einzig und allein dem Gehirne (s. S. 167 und 302) mit seinen Nerven, sowie den mit diesen in ununterbrochenem Zusammenhange stehenden Sinnes-, Empfindungs- und willkürlichen Bewegungsorganen; unter letzteren vorzugsweise dem Sprachapparate. Wir haben deshalb unsere Aufmerksamkeit auf die Pflege des Gehirns und überhaupt des Nervensystems, sowie auch auf die der Sinnes- und Bewegungsorgane zu richten und dabei zu bedenken, daß alle diese Apparate einer richtigen Ernährung (mit zweckmäßiger Ruhe zwischen dem Thätigsein) und vor Allem einer passenden Erziehung (durch Uebung und Gewöhnung bedürfen.

## I. Pflege des Nervensystems.

Um das Nervensystem richtig pflegen zu können, muß man sich erinnern, daß dessen Thätigkeit (Erregbarkeit) abhängig ist: hauptsächlich von der chemischen Zusammensetzung des Nervengewebes, von dem in diesem Gewebe vor sich gehenden Stoffumsatze (Oxydationen), von der hinreichenden Zufuhr guten sauerstoffhaltigen Blutes, und von der regelrechten Abfuhr der durch den Stoffumsatz gebildeten ermüdenden Stoffe; daß fernerhin seine Ernährung und Erregbarkeit nur durch einen zweckmäßigen Wechsel zwischen Arbeiten und Ruhen in normalen Grenzen zu erhalten ist, da ebenso durch anhaltende und widernatürliche Anstrengungen, wie durch anhaltende Ruhe, die Fähigkeit des Nervengewebes, thätig sein zu können, in mehr oder minder erheblichem Maße geschwächt wird. Es würde sonach das Nervensystem zu seinem Gedeihen verlangen: eine möglichst leicht verdauliche eiweiß- und fettreiche Nahrung; Milch, Ei und Fleisch, nebst der gehörigen Menge von Fett und Kohlenhydraten, sind deshalb zur richtigen Ernährung und Kräftigung des Nervensystems am geeignetsten. Sodann ist der Blutlauf durch die Nervenapparate in gutem Gange zu erhalten, wobei fleißige Bewegungen und kräftiges Athmen (s. S. 538) viel leisten können. Außerdem sind reine (sonnige Wald-)Luft, Licht und Wärme, richtige Hautpflege (Bäder) und ein möglichst ungestörter tiefer Schlaf treffliche Unterstützungsmittel der Nervenkräftigung. Kälte, in Gestalt von kalten Bädern und Waschungen, ist nur insofern ein Kräftigungsmittel für die Nerven, als es dieselben anregt und so deren Ernährung steigert; sie schadet jedoch sehr leicht durch Ueberreizung, sobald dem Nervengewebe nicht gleichzeitig eine reichliche und passende Nahrung zugeführt wird; für Blutarme, Reconvalescenten und hochgradig Nervenschwache sind kalte Bäder und Waschungen gewöhnlich von großem Nachtheil. Dagegen sind ihnen warme Bäder, von 25—28° R. und einviertelstündiger Dauer, wöchentlich 2—3 Mal genommen, zuträglich. Die Uebung der Muskelthätigkeit (Turnen, Spazierengehen, Zimmergymnastik) ist dabei nicht zu vernachlässigen. Von der allergrößten Wichtigkeit ist die Fernhaltung aller das Nervensystem schädigenden Momente während des Schulalters und der geschlechtlichen Entwickelung, da gerade während dieser Periode durch ungeeignete Ernährung, geistige Ueberanstrengung, zu frühzeitigen Gebrauch von Genußmitteln (Kaffee, Thee, Bier, Tabak) und geschlechtliche Unarten nur zu leicht der Grund zu der immer mehr überhand nehmenden Nervosität und anderen schwereren Nervenstörungen gelegt wird.

## II. Pflege des Gehirns.

Das Gehirn (s. S. 302) ist es, welches durch seine sogen. geistige Thätigkeit, bestehend im Empfinden, Denken und Wollen, den Menschen erst zum Menschen macht; aber freilich auch nur dann, wenn diese Thätigkeit durch Erziehung gehörig entwickelt und durch fortgesetzte Uebung gekräftigt wird (s. S. 307). Diese Entwickelung und Kräftigung beruht übrigens vorwiegend auf dem Gesetze der Gewohnheit (s. S. 165); der Mensch kann sich an das Laster ebenso gewöhnen, wie an die Tugend. — Soll nun aber das Gehirn geistig kräftig sein, dann muß natürlich zuvörderst der dasselbe aufbauende Stoff sich in der gehörigen Ordnung befinden. Das Gehirn muß nicht nur von Natur gut gebildet, in chemischer Zusammensetzung, Structur und Größe normal sein, sondern es darf auch in seinem Wachsthume und seiner Ernährung (seinem Stoffwechsel) nicht gestört werden. Kinder, die mit mangelhaftem Schädel und Gehirn geboren werden oder bei denen das Wachsthum des Gehirns zu frühzeitig stille steht oder in Folge zu zeitiger Verknöcherung der Schädelkapsel gehemmt ist, bleiben zeitlebens geistesschwach oder blödsinnig (s. S. 126). Ebenso können aber auch Kinder, in deren Gehirn das Wachsthum und die Ernährung nicht durch eine passende Diätetik unterstützt werden, zumal wenn dabei das Gehirn unverhältnißmäßig viel und sehr zeitig arbeiten muß, recht bald geistesschwach oder hirnkrank werden. Dies zeigt sich ganz deutlich dann, wenn bei kleinen Kindern das noch sehr weiche und wässerige Gehirn zu zeitig angestrengt wird oder wenn blutarme Schulkinder, welche der unzureichenden Ernährung ihrer Hirnsubstanz wegen in der Regel geistig träge sind, mit Gewalt und ebenso schnell wie gesunde kräftige Kinder lernen und klug werden sollen. Es muß eine solche falsche Hirndressur, deren sich viele Eltern und Erzieher schuldig machen, um so mehr schaden, je weniger diese armen Kinder passende Nahrung, Wohnung und gehörige Ruhe (besonders im Schlafe) haben.

Die richtige Ernährung der Hirnmasse, ohne welche ein richtiges geistiges Arbeiten des Gehirns ganz unmöglich ist, kommt unter ganz denselben Bedingungen zu Stande, welche oben bei der Pflege des Nervensystems angegeben wurden. Vorzugsweise ist eine passende Nahrung und die Regulirung des Blutlaufes durch das Gehirn von der größten Wichtigkeit; auch verlangt das Gehirn mehr als alle anderen Nervenapparate eine richtige Abwartung und Ueberwachung seines Thätigseins. Nichts schadet dem Gehirn mehr als: Ueberanstrengungen durch zu schweres und anhaltendes Arbeiten, Ueberreizungen durch öftere widernatürlich heftige Eindrücke, Mangel an gehöriger Ruhe (Schlafen) nach dem Arbeiten, überhaupt Mißverhältniß

zwischen Thätigsein und Ruhen, durch welches sich sehr bald eine reizbare Schwäche (Nervosität oder Neurasthenie) des zumal schlechternährten, blutarmen Gehirns ausbildet. Unter den widernatürlichen Reizungen des Gehirns spielen Spirituosen und Kaltwasserquälereien eine nicht unbedeutende Rolle und leider traut man diesen Hirnfeinden ihre bösen Einwirkungen deshalb nicht zu, weil sie in der ersten Zeit durch Erregung der Hirnthätigkeit vermehrte Lebenskraft und Wohlbehagen zu erzeugen scheinen und nur ganz unmerklich nach und nach die Hirnkraft schwächen.

Wenn nun aber auch die Bildung und Ernährung des Gehirns noch so naturgemäß vor sich ginge, so könnte dasselbe trotzdem keine geistige Thätigkeit entwickeln, sobald es nicht erst durch Sinneseindrücke allmählich dazu angeregt und gewöhnt würde (s. S. 320). Deshalb sind zunächst *gesunde Sinne* zur Entwickelung des menschlichen Verstandes durchaus unentbehrlich. Sodann bedarf diese Entwickelung aber auch, wenn sie dem jedesmaligen Culturzustande entsprechen und nicht auf der allerniedrigsten Stufe der Ausbildung stehen bleiben soll, passender *Vorbilder* zur *Nachahmung* und einer richtigen *Erziehung*. Diese letztere muß in wiederholter und allmählich sich steigernder Anregung aller nur möglichen Hirnactionen bestehen, also in gleichem Grade ebensowohl die *Gefühls-*, wie *Verstandes-* und *Willensthätigkeit* des Hirns betreffen. Leider wird dies gewöhnlich bei unserer jetzigen Erziehung versehen und auf die Entwickelung des Gedächtnisses fast alle, auf die des Verstandes und des Willens fast keine Zeit verwendet. Die sogen. Verstandesbildung in den Schulen ist in den meisten Fällen nur ganz einseitig, indem sie sich vorzugsweise mit der Ausbildung des Gedächtnisses und der Phantasie, nicht aber in demselben Grade mit der Entwickelung des Begriffs-, Urtheils- und Schlußvermögens beschäftigt. Deshalb wird es aber auch so Vielen recht schwer, richtig zu denken, und Vielen wäre mehr Verstand und Vernunft zu wünschen, ebenso wie vielen gescheidten und gelehrten Köpfen ein charakterfester Wille. — Man gehe bei der Uebung des Gehirns ja recht vorsichtig von leichten zu schwereren Uebungen über, denn nirgends schadet Ueberschreiten des Kraftmaßes mehr als gerade beim Gehirn. Auf der anderen Seite wirkt fortgesetztes Unthätigsein nicht minder nachtheilig. Wie jedes andere Organ unseres Körpers durch Trägheit an Kraft und Ausdauer im Arbeiten einbüßt und bei fortgesetzter Unthätigkeit in seiner Substanz vollständig verkümmert, so ergeht es auch dem arbeitslosen Gehirn, es verliert nach und nach sein Auffassungs- und Urtheilsvermögen. — Im Kinde, welches die ersten Wochen nach seiner Geburt des unentwickelten Gehirns wegen keine Spur von geistigem Thätigsein zeigen kann (denn alles Thun und Treiben des Neugebornen ist nur ein automatisch-reflectorisches), bildet sich nach und nach mit dem Erwachen der Sinne und, in Folge

der von der Außenwelt und aus seinem eigenen Körper durch die Sinnes- und Empfindungsnerven zum Gehirne fortgepflanzten und eingeprägten Eindrücke, das **Bewußtsein** aus. Haben sich mit der Zeit eine Anzahl Sinneseindrücke im kindlichen Gehirne angehäuft und ist dasselbe allmählich durch Empfindungen aus seinem eigenen Innern zum Selbstbewußtsein (zur Trennung seines Ichs von der Außenwelt) gelangt, dann muß dafür gesorgt werden, daß die Hirneindrücke auf richtige Weise (durch vernünftige Erziehung) zur Bildung von Vorstellungen, diese durch Vergleichungen mit einander zur Bildung von Begriffen, und diese sodann zur Bildung von Urtheilen und Schlüssen verwendet werden. (Weiteres s. später bei Erziehung der Kinder.) Natürlich müssen vor Allem die Sinne fortwährend gehörig gepflegt und geübt, sowie zum Aufnehmen neuer Eindrücke benutzt werden. Die Eindrücke der früheften Jugend sind die wichtigsten und können oftmals die bewegenden Ursachen aller Handlungen für's ganze Leben werden.

Zur **Verhütung der Nervosität**, die zu den größten Plagen unserer Zeit gehört, muß schon bei der Erziehung der Kinder in körperlicher wie geistiger Beziehung jede Verweichlichung vermieden werden. In körperlicher Beziehung ist auf ausreichende, einfache und reizlose Nahrung (keinen Kaffee, Thee, keine Spirituosen und scharfen Gewürze), auf zweckmäßige Hautpflege, körperliche Bewegung und reichlichen Schlaf zu achten. In geistiger Hinsicht vermeide man zu frühzeitige Anstrengung. Sodann erwecke man das Pflichtbewußtsein des Kindes, gewöhne es an Gehorsam und übe es zur Stärkung seiner Willenskraft in der Selbstbeherrschung und Entsagung. Ein starker Wille ist oft für sich allein im Stande, der Nervosität vorzubeugen und befähigt zu der Selbstbeherrschung, die sich derjenige angeeignet haben muß, der seine sittliche, geistige und leibliche Gesundheit bewahren, die Wechselfälle des Lebens und etwaige Krankheiten würdig ertragen will. **Bis zu einem gewissen Grade steht die Empfindung unter der Gewalt des Willens**, wie dies schon **Kant** hervorgehoben hat. Wenn wir nämlich unsere Gedanken auf einen andern Gegenstand concentriren, empfinden wir den (körperlichen und gemüthlichen) Schmerz weniger. Das leichtere Ertragen von Schmerz beruht demnach, wie die allzugroße Empfindlichkeit für Schmerzen, auf größerer oder geringerer Fähigkeit, der Aufmerksamkeit willkürlich eine bestimmte Richtung zu geben. Die Erziehung hat deshalb die Aufgabe, diese Fähigkeit durch Gewöhnung und Uebung zu kräftigen.

### Regeln der Hirndiätetik.

1) Die **Hirnsubstanz ist durch gutes Blut**, welches das Gehirn ordentlich durchströmen muß, **richtig zu ernähren.** Sonach ist die Neubildung, Reinigung und Circulation des Blutes selbst gehörig im Gange zu erhalten. Vorzüglich ist ein hinreichend eiweiß-, fett- und sauerstoffhaltiges Blut zum guten Vorsichgehen der Hirnthätigkeit unumgänglich erforderlich, weshalb für gute Nahrung (s. S. 412) und gehörige Ventilation der Lungen (s. S. 543) zu sorgen ist.

2) Der **Blutlauf durch das Gehirn ist flott zu erhalten,**

denn dadurch wird nicht nur Gutes (Neubildungsmaterial und Sauerstoff) zur Hirnsubstanz herbeigeschafft, sondern es wird auch Schlechtes, d. i. die ermüdenden Zersetzungsproducte, hinweggeführt, wodurch die Ermüdung beseitigt wird. Enge Halskragen und Halsbinden sind deshalb durchaus zu vermeiden.

3) Das **Wachsthum** und die **Ernährung des Gehirns** sind durch richtige **Steigerung** und **Abwechselung** in der geistigen Arbeit, sowie durch gehörigen **Wechsel zwischen Thätigsein** und **Ruhen** (Schlafen, geistiges Unthätigsein) sowie **zwischen geistiger** und **körperlicher Arbeit** (mechanische Arbeiten, Turnen, Spazierengehen u. dergl.) auf passende Weise zu unterstützen.

4) **Heftige Reizungen des Gehirns**, zumal solche, die sich öfters wiederholen oder länger andauern, müssen **vermieden** werden. Sie können entweder direct auf das Gehirn Einfluß ausüben, wie Gemüthsbewegungen und Leidenschaften, oder durch die zuleitenden Sinnes- und Gefühlsnerven wirken (wie angreifende Erregungen des Gehörs- und Gesichtssinnes, widernatürliche, zumal geschlechtliche Empfindungen); oder vom Blute aus das Gehirn afficiren (wie Spirituosen, starker Kaffee und Thee, betäubende Gifte).

5) Das Gehirn ist vor **heftigen Erschütterungen zu wahren**; Schläge, Stoß und Fall auf den Kopf u. dergl. rufen nicht selten ernste Störungen der Hirnthätigkeit in Folge von Veränderungen in der Hirnsubstanz hervor.

6) Sehr **starke Kälte**, sowie **Hitze** (wie beim Sonnenstich, siehe S. 557) ist vom Kopfe, besonders der Kinder, **abzuhalten**, weil dadurch schon oft Hirn- und Hirnhautkrankheiten veranlaßt wurden.

7) Zur **Verhütung der Nervosität** dient außer einer vernünftigen körperlichen Pflege die **Erziehung** und **Selbsterziehung zur Selbstbeherrschung**. „Sich zum Rechten gewöhnen ist der Inbegriff der ganzen Moral und zugleich die Seelendiätetik" (Feuchtersleben).

Der **Schlaf** (s. S. 316) ist für die normale Ernährung und Leistungsfähigkeit des Gehirns ganz unentbehrlich und man bedarf desselben um so mehr, je mehr das Gehirn geistige Arbeit zu leisten hatte. Da der Schlaf nur dann das Gehirn, und mit diesem das ganze Nerven- und Muskelsystem stärken und beleben kann, wenn er gehörig lang, ruhig, tief und ununterbrochen ist, so muß auch stets dahin gestrebt werden, daß der Schlaf diese Eigenschaften besitze. Deshalb handelt es sich beim Schlafen nicht blos darum, wie oft und wie lange Jemand schlafen soll, um gesund zu bleiben, sondern auch wo und wie er schläft. — Das Schlafzimmer muß geräumig, mäßig warm und stille, sowie mit reiner, trockner Luft (von etwa + 12° R.) angefüllt sein; es muß fern von feuchten, dumpfen, stinkenden Lokalitäten und womöglich gegen Osten oder Süden liegen (nach Westen zu gelegene Schlafzimmer sind im Sommer während des Abends und der Nacht zu warm, nach Norden gelegene zumeist dumpf und ungesund); die Luft des Schlafzimmers darf weder durch übelriechende Ausdünstungen (von vielen Personen in einem Zimmer, unreiner Wäsche, Nachtgeschirren, Oel- und Kerzenlicht,

Heizungsstoffe ꝛc.), noch durch Wohlgerüche (von Blumen) verdorben werden, sondern ist stets rein und frisch zu erhalten. Soll ein Schlafzimmer, zumal ein solches, wo mehrere oder viele Personen schlafen, ein gesundes sein, so muß die Luft desselben auch während des Schlafens fortwährend erneuert werden. Das Lüften des Zimmers, selbst während des ganzen Tages, reicht aber dazu nicht aus. Es muß hier durchaus die natürliche Ventilation (siehe später bei Wohnung), beruhend auf dem Temperaturunterschiede zwischen der äußeren und inneren Luft, in gehörige Thätigkeit treten. Deshalb bedarf ein kaltes Schlafzimmer, abgesehen von einem guten Bette, zur leichteren Lufterneuerung sehr poröser Wände, schlechtschließender Fenster und Thüren oder geöffneter Fenster. Oder aber, es muß das Schlafzimmer geheizt werden, damit zwischen innen und außen die zur Ventilation nöthige Temperaturdifferenz zu Stande kommt. In der Nähe offener Fenster zu schlafen, überhaupt an kalter Wand, zugigen Fenstern und Thüren, bringt leicht Nachtheil. Um die Luft während der Nacht zu erneuern, halte man in einem mit der Schlafstube in offener Verbindung stehenden Zimmer die Fenster geöffnet oder blos mit Gaze geschlossen. Natürlich sind hohe und geräumige Schlafzimmer engen und niedrigen vorzuziehen, weil erstere weniger schnell von schlechter Luft erfüllt werden, als letztere; aber auch sie bedürfen stets der Ventilation. Auf das Licht im Schlafzimmer ist ebenfalls Rücksicht zu nehmen, damit die Sehkraft nicht beeinträchtigt wird (s. später bei Pflege der Augen). Ganz wichtig ist aber bei Heizung des Schlafzimmers die Vermeidung von Kohlenoxydgas (s. S. 540), welches sich nicht selten bei glühenden eisernen Oefen, bei der Feuerung mit Kohlen, schlechtem Zuge des Ofens und Verschluß der Rohrklappe entwickelt und leicht Erstickungstod erzeugt. Sehr gefährlich ist es, die leicht rauchenden Petroleumlampen als Nachtlichter zu benutzen; unvermeidlich ist das Rauchen derselben, wenn die Flamme niedrig geschraubt, „recht klein" gemacht wird. Das Bett muß luftig sein und doch auch warm; es ist ein höchst wichtiger Apparat für unsere Wärmeökonomie. Wir wärmen mit unserm Körper das Bett genau so wie unsere Kleider (s. S. 563), und das Bett wärmt die in ihm beständig nach oben strömende Luft. Die Bettwärme muß aber höher sein als die Kleiderwärme am Tage, weil im Schlafe der Stoffwechsel sehr beträchtlich herabsinkt und deshalb weniger Wärme entwickelt wird, und sodann weil unser Körper in horizontaler Lage durch einen aufsteigenden Luftstrom viel mehr entwärmt wird, als in aufrechter Stellung, wo immer etwas von der Wärme der unteren Theile den oberen zu gute kommt. Die Bettwärme hält auch ohne größern Stoffumsatz, bei geringer Wärmeproduction in vollständiger Ruhe, den Blutlauf in der Haut auf der gehörigen Höhe. Das *Nachtlager* sei gehörig lang und breit, weder zu hart noch zu weich, weder zu kalt noch zu warm; am gesündesten ist als Unterlage eine Matratze (am besten von Roßhaaren; Seegras verliert durch Feuchtwerden bald seine Elasticität und wird dadurch für die Luft weniger durchgängig); als Zudecke, die aber stets den Körper (zumal den Bauch) gehörig überdecken muß, wähle man im Winter ein leichtes Oberbette, im Sommer eine wattirte oder Flanell-Decke. Da der Kopf stets etwas höher als der Rumpf liegen muß, so sei das Kopfkissen nie zu niedrig, auch sei es kühl (am besten gleichfalls aus Roßhaaren). Kleine Kinder, Blutarme, Schwächliche und Kränkliche müssen in wärmeren und ausgewärmten Betten schlafen; auch thut ihnen ein Wärmstein (Wärmflasche) gut. Feuchte Bettwäsche zieht häufig besonders schwere Erkältung nach sich. *Himmelbetten* sind insofern nachtheilig, als sie den Zutritt frischer Luft, sowie den Austritt der Ausdünstungen des Schlafenden erschweren. Ebenso ist das Zusammenschlafen mehrerer Personen, zumal junger und alter in ein und demselben Bette, ungesund. — *Die Kleidung* des Schlafenden sei leicht und weit; *die Lagerung*, auf dieser oder jener Seite, richte sich nach dem Gefühle und der Erfahrung eines

Jeden: bei stark gebeugtem Kopfe können durch Erschwerung des Blutlaufes durch die Halsgefäße Hirnbeschwerden, besonders Kopfschmerzen entstehen. — Stets muß bei der Bett und Leibwäsche auf die größte Reinlichkeit und Trockenheit gesehen werden. Die Betten sind täglich nach dem Aufstehen auszubreiten und bei offenen Fenstern längere Zeit zu lüften. — Kurz vor dem Schlafengehen vermeide man: reichlichere Mahlzeiten, aufregende Gedanken und Beschäftigung, heftige Gemüthsbewegungen und Sorgen. Pflanzen, weil sie in der Nacht Kohlensäure aushauchen, gehören nicht in das Schlafzimmer.

## III. Pflege der Sinne.

Die Sinnesorgane (s. S. 320), d. s. die Pforten, durch welche die Nahrung des Geistes, und zwar gute wie schlechte, zum Gehirne gelangt, die also die Vermittler der Außenwelt mit dem Geiste und zur Entwicklung und Ausbildung des letzteren ganz unentbehrlich sind, verlangen als die unmittelbaren Werkzeuge des Geistes die allersorgfältigste Pflege und Ausbildung. — Der Hauptgrundsatz einer naturgemäßen Pflege derselben ist auch bei den Sinnesorganen, wie bei allen anderen Organen: zweckmäßiger Gebrauch und Uebung bei richtiger Ernährung und sorgfältiger Abhaltung aller schädlichen Einflüsse. — Die unerläßlichen Bedingungen zum naturgemäßen Vonstattengehen der Sinnesthätigkeit sind: gesunde Sinnesorgane, gehörige Leitungsfähigkeit der Sinnesnerven, passende Reizungen derselben und normaler Zustand des Gehirns. Das letztere aber wird Sinneseindrücke um so besser aufnehmen und zu beurtheilen verstehen, je mehr es durch Gewöhnung und Erziehung dazu ausgebildet ward.

### 1) Pflege der Augen.

Das Auge (s. S. 322) ist das wichtigste aller Sinneswerkzeuge und die Hauptpforte, durch welche der Verstand in unser Gehirn einzieht. Weit unglücklicher und verlassener als der Taube ist erfahrungsgemäß der Blinde; wie oft ist aber nicht Blindheit die Folge eigenen Verschuldens! Täglich wächst in wahrhaft erschreckender Weise die Zahl derer, denen Gesichtsschwäche ebensowohl die Erfüllung ihrer Berufspflichten erschwert, als auch den Lebensgenuß vermindert. Dies brauchte aber durchaus nicht zu sein, da nur Unkenntniß dessen, was zur Erhaltung des Gesichtssinnes nöthig ist, als die häufige Quelle der Augenleiden angesehen werden muß. Man trachte deshalb nach Kenntniß von der richtigen Behandlung des Sehorgans, um die Fehler zu vermeiden, die man gewöhnlich gegen die Augen begeht, und um zu lernen, wie man sich bei wirklichen Mängeln des Gesichts zu benehmen hat. Zur Erlangung dieser Kenntniß empfehlen wir nun vorzugsweise die billige und leicht verständliche Schrift vom Professor Arlt in Wien (die Pflege der Augen im ge-

funden und kranken Zustande, nebst einem Anhange über Augengläser), welche wir auch theilweise in den folgenden Zeilen benutzt haben.

Von den sogenannten **Blindgebornen** sind die wenigsten wirklich blind geboren, die meisten wurden erst nach der Geburt blind. Leichtsinn und Unkenntniß dessen, was den Augen der Neugebornen schaden kann, tragen in der Regel die Schuld der Blindheit. Vorzüglich ist es die Augenentzündung der Neugebornen, welche Blindheit nach sich zieht, eine Krankheit, die sehr häufig durch Fehler in der Pflege der Neugebornen hervorgerufen und zu jenem Grade von Heftigkeit gesteigert wird, welcher die Sehkraft entweder ganz vernichtet oder doch mehr oder weniger schwächt*). Diese Fehler beziehen sich im Allgemeinen auf Beleuchtung, Reinlichkeit und Wärme der Luft. Es tritt diese Entzündung gewöhnlich den dritten oder vierten Tag nach der Geburt, selten später, erst nach acht bis vierzehn Tagen ein. Sie beginnt mit Anschwellung und Röthe der Augenlidränder und mit der Absonderung einer gelblichen, dicklichen, eitrigen Flüssigkeit, welche anfangs sparsamer ist und indem sie vertrocknet, Verkleben der Augenwimpern und Augenlider bewirkt, später aber reichlich zwischen den Augenlidern hervorquillt. Sobald die Absonderung dieser Flüssigkeit und die Anschwellung der Augenlider eintritt, rufe man sofort einen Arzt, und sorge zuvörderst für mäßige Verdunkelung des Zimmers (durch Vorhängen eines blauen oder grünen Tuches vor das Fenster), sowie für reine gleichmäßig warme Luft im Zimmer. Von der äußersten Wichtigkeit aber ist das Reinigen der Augen von jener eiterigen Flüssigkeit. Dieses muß so oft geschehen, als sich nur immer Flocken derselben im Auge zeigen, alle 10 bis 15 Minuten. Es geschehe aber auf folgende Weise: der Zeigefinger der linken Hand wird auf die Wange des Kindes gelegt und damit das untere Augenlied vorsichtig abwärts gezogen, ohne aber das Auge zu drücken oder das Lid sehr zu zerren; sodann werden wenige Tropfen lauen Wassers aus einem zwischen den Fingern der rechten Hand gehaltenen Leinwandläppchen in's Auge (zwischen die Lider) geträufelt und hierauf das Auge mit einem andern weichen und reinen Leinwandläppchen (ja nicht Schwämmchen!) abgetrocknet. Das Abtrocknen darf aber nicht streichend, sondern nur tupfend geschehen. Bei sehr reichlicher Eiterung kann auch alle halben Stunden das Wasser aus einem dicht oberhalb des Auges gehaltenen Löffel so lange in die mit den Fingern geöffnete Lidspalte eingegossen werden, bis es ganz rein und nicht mehr mit Eiter gemischt abfließt. Sind die Augenlider schon stark geschwollen, oder ist das Kind sehr empfindlich gegen das Licht, so gelingt das Oeffnen des Auges nur dann, wenn eine zweite Person den Zeigefinger der einen Hand auf die Augenbrauengegend anlegt und das obere Augenlid sanft aufwärts zieht. Um unvermutheten Bewegungen des Kopfes vorzubeugen, sichere man denselben durch Anlegen der ganzen Hand in seiner Lage. Sehr vorsichtig ist mit dem aus dem kranken Auge ausgeflossenen, eiterigen Schleime umzugehen, da derselbe, in ein gesundes Auge gebracht, hier eine ähnliche gefährliche Entzündung zu veranlassen im Stande ist. Deshalb komme man damit ja nicht an das eigene Auge und benutze auch für jedes einzelne Auge des Kindes besondere und stets frische reine Leinwandläppchen. Eine Hauptaufgabe bei Behandlung dieser Augenentzündung ist Verhütung der Ansammlung jenes störenden Eiters zwischen den Augenlidern. Gegen den Anfang der Entzündung wird neben dem fleißigen Reinigen der Augen am besten Kälte angewendet. Mehrfach zusammengelegte Leinwandstückchen läßt man auf Eis erkalten und bedeckt damit die Augen. Die Compressen

*) Auf dem im Jahre 1876 von Leitern der Blindenanstalten abgehaltenen Congreß ergab sich, daß nach den Erfahrungen der letzten 10 Jahre von je Hundert den Anstalten Deutschlands und Oesterreichs zugeführten Kranken dreißig bis dreiunddreißig durch diese Entzündung ihr Augenlicht verloren hatten.

müssen nach einigen Minuten erneuert werden, da ein längeres Liegenlassen die Leinwand erwärmt und die Wärme, weil sie die Eiterung befördert, bei diesem Leiden schädlich wirkt. Nimmt die Entzündung trotzdem nicht ab, dann muß schleunigst ärztliche Hilfe in Anspruch genommen werden.

Der **Neugeborne**, dessen flach liegendes und durch kurze, zarte Wimpern und Lider weniger geschütztes Auge ja noch nicht an das Licht gewöhnt ist, darf deshalb auch nur ganz allmählich einem stärkeren Lichte ausgesetzt werden und alles grelle Licht, sowie der plötzliche Uebergang aus dem Finstern in's Helle ist streng zu vermeiden. Es ist eine gefährliche Neugierde, wenn Eltern den Neugebornen an das Sonnen- oder Kerzenlicht tragen, um die Farbe seiner Augen recht bald kennen zu lernen. Schwarzer Staar, also Blindheit in Folge der Lähmung des Sehnerven, ist nicht selten aus einer solchen Blendung des Kindesauges hervorgegangen. Man mäßige sonach das Licht in der Umgebung des Neugebornen, schütze denselben gegen grelles Licht (ohne jedoch denselben ganz dunkel zu halten) und vermeide besonders schnellen Wechsel zwischen Licht und Dunkel. Wird das Kind in der Nacht geboren, so stelle man das Kerzenlicht so, daß dessen Strahlen nicht direct in das Auge des Kindes fallen. — Reinigung der Augen gehört ebenfalls zu den Erfordernissen, welche zum Schutze der Sehorgane ganz unerläßlich sind. Diese Reinigung darf aber nicht mit dem Schwamme und dem Wasser geschehen, womit der Körper des Kindes gereinigt wird, sondern mit eigens für die Augen bestimmten und in lauwarmes Fluß- oder Regenwasser eingetauchten, weichen Leinwandläppchen. — Wichtig für die Augen ist ferner auch die Beschaffenheit der Luft, in welcher sich das Kind befindet. Sie muß rein (ohne Rauch, Staub und Dünste) und mäßig warm sein. Zugluft und Erkältung (durch feuchte, kühle Wäsche), besonders schneller Temperaturwechsel, bringen oft Gefahr und ziehen nicht selten die Augenentzündung Neugeborner nach sich. Besonders aufmerksam sei man bei der Taufe des Kindes, daß nicht Erkältung und Blendung der Augen desselben zu Stande kommt.

Beim **Säuglinge** wird den Augen sehr oft dadurch geschadet, daß das Kind liegend so ausgetragen wird, daß ihm die Sonne senkrecht in's Gesicht scheint. Uebrigens vermeidet man in diesem Alter viel zu wenig das grelle Licht und den plötzlichen Wechsel zwischen Hell und Dunkel. — Da die Augen der Säuglinge gern leuchtenden, glänzenden oder lebhaft gefärbten Gegenständen folgen, so dürfen dergleichen nicht wiederholt und lange in einer solchen Stellung bleiben, daß das Kind dieselben nur mit Mühe und mit einem Auge verfolgen kann, weil sonst Schielen entsteht. Es müssen ferner Säuglinge nicht zu kleine Spielsachen und diese nicht zu nahe an die Augen gehalten bekommen, da sich hierdurch sehr leicht Kurzsichtigkeit und Schielen entwickelt. — Daß die Einwirkung von unreiner, kalter und

Zugluft auf die Augen, zumal wenn sich dieselben kurz vorher in reiner, warmer Luft befanden, von Nachtheil sein muß, versteht sich wohl von selbst. — Schon im Säuglingsalter ist übrigens das Auge durch zweckmäßige Uebungen für die Zukunft zu kräftigen und zu erziehen; doch darüber später bei der Erziehung des Säuglings.

Im eigentlichen **Kindesalter** muß das Auge durch eine Mütze mit großem Schirme oder einen Hut mit breitem Rande gegen das Sonnenlicht geschützt werden; es darf hell beleuchtete und glänzende Gegenstände nicht zu lange besichtigen und im Schlafe oder beim Erwachen nicht von Lichtstrahlen unmittelbar getroffen werden. Wirkt zu starkes Licht, besonders nach vorausgegangener Dunkelheit, auf die Augen der Kinder, so kann bleibende Schwäche des Gesichts, von der man lange keine Ahnung hat, die traurige Folge sein, wo nicht gänzliche Blindheit. — Da es in diesem Lebensalter nicht selten zu Augenentzündungen kommt, so möge man sich merken, daß dabei die Augen durchaus nicht verbunden werden dürfen, sondern nur mit einem Schirme zu beschatten sind. Zu diesem Zwecke nehme man ein Stück stärkeres Papier, gleichviel ob blau, grün oder schwarz, so groß, daß es, einfach zusammengeschlagen, etwas breiter und länger ist, als die Stirn des Kindes, und befestige es mittels eines Bandes, das am obern Rande zwischen beiden Blättern durchläuft, so um den Kopf, daß es etwa $1^1/_2$—$2^1/_2$ Ctm. über die Augenbrauen hervorragt. — Das Züchtigen der Kinder durch Schläge auf den Kopf hat schon manchmal unheilbare Blindheit zur Folge gehabt.

Im **zweiten Kindesalter oder Kindergartenalter** vom 3. und 4. bis 6. und 7. Jahr sind die Augen der Kinder im Kindergarten nicht durch feine Handarbeiten (Ausstechen, Ausnähen), welche nicht mit vorgeneigtem Kopfe vorgenommen werden dürfen, anzustrengen und ist darauf zu sehen, daß die Kinder jetzt schon daran gewöhnt werden, die Augen richtig zu schonen (nicht im hellen Sonnenlichte zu arbeiten, nicht in die Sonne zu sehen, die Augen nicht mit schmutzigen Händen zu berühren u. dergl.).

Die meisten Rücksichten sind auf die Augen der Kinder **während der Schulzeit** zu nehmen, weil sie jetzt erst zum genauern und anhaltenden Sehen verwendet und sehr leicht für den künftigen Gebrauch ruinirt werden. Gar oft wird das Auge schon in den Jahren des ersten Schulbesuchs stumpfer, schwächer, noch häufiger aber kurzsichtig. Arlt sagt: „Man sehe daher sowohl zu Hause, als in der Schule darauf, daß die Kinder beim Lesen und besonders beim Schreibenlernen den Kopf nicht zu sehr vorwärts neigen. Die Annährung des Papieres auf 26 bis 31 Ctm. Entfernung genügt bei den gebräuchlichen Schriftgrößen für ein normal gebautes und gesundes Auge. Bemerkt man, daß ein Kind nur bei geringerer Entfernung die Buchstaben gehörig zu unterscheiden vermag, so lasse man seine Augen ärztlich untersuchen, ob Trübungen nach vorausgegangener Ent-

zündung vorhanden sind, oder bloße Kurz- oder Uebersichtigkeit oder anderweitig bedingte Schwäche der Sehkraft. Je nach diesem Befunde muß entweder ärztliche Hilfe, oder aber eine besondere Behandlung des Kindes hinsichtlich des Unterrichtes eingeleitet, ja schon der künftig zu wählende Beruf des Kindes berücksichtigt werden. Bei Uebersichtigkeit, mitunter auch bei Kurzsichtigkeit kann der Gebrauch einer Brille nothwendig oder doch ersprießlich sein." — Leider finden sich nur in wenigen Schulen die Bänke der Größe der Kinder angemessen; in den meisten ist auf die verschiedene Größe der Kinder keine Rücksicht genommen. Die für die kleineren Kinder bestimmten sollten niedriger sein, alle aber im gehörigen Verhältniß des Sitzes zum Pulte stehen, damit die darauf Sitzenden nicht genöthigt wären, den Kopf dem Pulte zu nahe zu halten oder aber den Körper unnatürlich zu krümmen, um die Augen in die gehörige Sehweite (26 bis 31 Ctm.) zu bringen. — Beim Schreibenlernen lege man den Kindern nicht nur eine hinreichend große Vorschrift vor, sondern lasse diese auch nur in gleicher Größe nachbilden. Punktirte Richtungs-Linien und jede Liniirung, welche durch gitterartig sich durchkreuzende Linien gebildet wird, sind verwerflich. Nie dulde man bei Kindern das Geizen mit dem Raume des Papiers, das Zusammendrängen der Buchstaben und Zeilen; auch sind blasse Tinten dem Auge schädlich. — Nie dürfen Kinder bei unzureichendem Lichte lesen, schreiben oder gar zeichnen. Nichts verdirbt die Augen so leicht, als Fehlen gegen diese Vorschrift, und gegen keine wird häufiger gefehlt, als gerade gegen diese. So sind z. B. sehr viele Unterrichtszimmer so schlecht mit der nöthigen Menge Lichtes versorgt, daß fast Dämmerung darin herrscht; wie häufig werden ferner nicht Schreib-, Lese- und Zeichnenstunden zur Dämmerungszeit und bei trüber Beleuchtung gehalten. Auch der Druck der meisten Schulbücher giebt zu Ausstellungen vielfachen Anlaß; eine Schrift, deren mittlere Buchstaben (a, m, n, r) kleiner als $1\frac{1}{2}$ Millim. sind, ist den Augen schädlich, weshalb die Schrift der Schulbücher mindestens eine Höhe von 2 Millim. besitzen soll. — Glänzende Wandtafeln gehören nicht in die Schule, sie müssen matt und nicht mit grellen Farben liniirt sein, um den Augen der Kinder nicht zu schaden. Das Wichtigste aber ist, daß man die Kinder nicht mit solchen Arbeiten überhäuft, welche die Augen beständig in Anspruch nehmen. Es ist gewissenlos, Kinder Stunden lang hintereinander lesen, schreiben und zeichnen zu lassen. Am Aergsten wird es hier mit den Mädchen getrieben, welche nach der Schule auch noch die die Augen stark angreifenden weiblichen Arbeiten vornehmen. Auch der Handarbeitsunterricht der Mädchen bedarf der ärztlichen Aufsicht; streng ausgeschlossen von ihm sollte in diesem Alter jede Handarbeit sein, welche eine größere Annäherung als 30—35 Ctm. an das Auge

verlangt (feine Weißnähterei, englisches und französisches Sticken, Plattstich, Namensticken, feine Perlenstickerei, echte Spitzenarbeit u. dergl.). Zu den bei der heutigen Kindererziehung am häufigsten nachtheiligen Schädlichkeiten gehört sodann vorzugsweise das viele Clavierspielen, zumal bei kleinen gestochenen Noten und Abends beim künstlichen Lichte. — Stets sei man auf die gehörige Ruhe der Augen nach Anstrengungen derselben bedacht (s. S. 587). Uebrigens sind auch noch ähnliche Rücksichten gegen die Augen des Schulkindes zu nehmen, welche Erwachsene gegen ihre Augen zu nehmen haben. (Ueber Kurzsichtigkeit s. S. 338 und später bei Krankheiten der Augen.)

Bei Bestimmung des Berufes nach den Schuljahren sollte weit mehr Rücksicht auf die Beschaffenheit der Augen genommen werden, als dies zur Zeit geschieht. Daher kommt es denn aber auch, daß Viele nur zu bald durch Augenleiden für ihren Beruf untauglich und unglücklich werden (s. bei den verschiedenen Berufsarten). Arlt spricht sich hierüber etwa in der folgenden Weise aus: Wer ein ganz gesundes Auge hat, mag nach Belieben seinen Beruf wählen, wer aber schwach oder kurzsichtig ist, oder wessen Augen sehr zu Entzündungen geneigt sind, der vergegenwärtige sich so genau als möglich die Anforderungen, welche der eben zu wählende Beruf an seine Sehkraft wahrscheinlicher Weise stellen wird, und die verschiedenen Schädlichkeiten, welche diese oder jene Arbeit für seine Augen nothwendig mit sich bringt. — Wer blos kurzsichtig ist, auch die feinsten Gegenstände unterscheiden und lange betrachten kann, sobald dieselben dem Auge nur gehörig (bis auf 10 bis 26 Ctm.) genähert werden, der kann Arbeiten vornehmen, welche ein genaues und angestrengtes Sehen erfordern. Jedoch ist es hier schon gewagt, sich eine Beschäftigung zu wählen, wobei man bald nähere, bald fernere Gegenstände genau zu betrachten hat, und zwar um so mehr, je größer die Kurzsichtigkeit und je bedeutender der Abstand zwischen den Gegenständen ist. — Wer an Schwäche des Gesichts leidet, feinere Gegenstände, auch wenn sie ganz nahe an das Auge gehalten werden, entweder gar nicht unterscheidet, oder doch nicht hinreichend lange, der hüte sich vor der Wahl eines Standes, welcher den anhaltenden, besonders einförmigen Gebrauch der Augen zu kleineren, geschweige denn zu sehr kleinen Gegenständen erfordert. Hierbei werden deshalb so oft und so große Fehler begangen, weil man so häufig Menschen mit einer stumpfen, schwachen Sehkraft für kurzsichtige hält. Auch diejenigen, welche nur auf einem Auge an Schwäche des Gesichts leiden, müssen von einer Beschäftigung abstehen, bei welcher kleinere Gegenstände lange anzusehen sind. Man bedenke hierbei, daß Einförmigkeit der zu betrachtenden Gegenstände in Bezug auf Entfernung, Größe, Farbe und Beleuchtung einen weit größern Aufwand von Sehkraft erfordert, als wenn Abwechselung hierin stattfindet, und daß, wo diese oder öftere Pausen in der Arbeit stattfinden, selbst ein minder kräftiges Sehorgan länger ausdauern kann. — Wer in der Jugend viel an Augenentzündungen gelitten hat und noch leidet, sowie eine besondere Neigung zu Rückfällen an sich trägt, sollte nie zu Arbeiten bestimmt werden, bei welchen die Einwirkung von Staub (besonders Wollstaub), Rauch, scharfen Ausdünstungen oder von Feuer und Hitze nicht wohl zu vermeiden ist. — Schwächliche, bleichsüchtige, blutarme Mädchen, wenn sie sich dem Nähen, Stricken und dergl. widmen, laufen sehr leicht Gefahr über kurz oder lang in Folge von Augenschwäche untauglich zu diesen Beschäftigungen zu werden. — Möchten die Eltern, Lehrer und Vormünder die vorstehenden Winke bei der Wahl des Berufes ihrer Kinder und Pfleglinge nicht unbeachtet lassen.

**Erwachsene** haben ebenfalls Verpflichtungen gegen ihre Augen, denn diesen können von verschiedenen Seiten her sehr leicht Nachtheile erwachsen. — Das Licht und die Beleuchtung können insofern nachtheiligen Einfluß auf das Auge äußern, als ebensowohl längere Entziehung des Lichts, wie übermäßig starkes Licht, besonders wenn letzteres plötzlich nach vorausgegangener Dunkelheit oder längere Zeit unausgesetzt einwirkt, die Sehkraft schwächen und lähmen kann. Ein sehr schädlicher Vorwitz ist das Schauen in die Sonne; das Betrachten einer Sonnenfinsterniß ohne schützendes Glas hat schon öfters schwere Augenleiden nach sich gezogen; selbst das längere Betrachten des Vollmondes und das Sehen in's Feuer kann nachtheilig auf die Nervenhaut wirken; auch ist bei Feuerwerken und heftigen Blitzen in der Nacht das Auge zu schonen. Der schnelle Uebergang vom Dunklen zum Hellen zeigt sich hauptsächlich des Morgens beim Erwachen schädlich, zumal wenn gleich Sonnenlicht in das Auge fällt. Deshalb schlafe man entweder in keinem gegen Sonnenaufgang gelegenen Zimmer, oder verhänge in einem solchen die Fenster und stelle das Bett passend. Das Oeffnen der Fensterläden eines Schlafzimmers geschehe ebenfalls mit Vorsicht und so, daß nicht die volle Dunkelheit plötzlich in hellen Tag verwandelt wird. Den Fensterläden sind Jalousien und graue oder blau-graue ungemusterte Rouleaux weit vorzuziehen. Wer eine Nachtlampe brennt, der treffe eine solche Vorrichtung, daß ihr beschirmtes Licht weder unmittelbar noch mittelbar (durch Abprallen von heller Wand oder Decke) in die Augen fällt, sowohl beim Erwachen als beim Schlafen. Sehr nachtheilig wirkt ferner das von hellen oder glänzenden Gegenständen (von Schneeflächen, Sandsteppen, Kalkfelsen, hellen Wänden, Wasserflächen, glatten Fußböden, polirten Möbeln) zurückgeworfene Licht. Als Schutz gegen die nachtheilige Wirkung dieses Lichtes dienen blaue oder graue*) Brillen, blaue (nicht gemusterte) Schleier, weiße blaugefütterte Sonnenschirme, Beschatten des Auges durch breite Schirme und das öftere Ausruhen des Sehorgans durch Ansehen beschatteter oder mattgefärbter Gegenstände. Stets erinnere man sich übrigens daran, daß auch das stärkste Licht, wenn es nur von oben einfällt, weit eher vertragen wird, als ein schwächeres, welches von unten oder von der Seite her das Auge trifft. — Ganz besonders aufmerksam auf das Licht und die Beleuchtung muß derjenige sein, der durch seinen Beruf vorzugsweise auf den Gebrauch der Augen angewiesen ist. Er

*) Neuerdings werden die grauen Rauchgläser einer besonderen Beachtung empfohlen. Sie leisten in ebenso vollendeter Weise, wie die blauen Gläser Schutz gegen allzustark reizendes Licht (Sonnenlicht und künstliche Beleuchtung), ohne dabei, wie wir dies bei Gebrauch des blauen Glases gezwungen sind, die Netzhaut dem nach neueren Untersuchungen durch seinen Farbencharakter verhältmäßig sehr stark wirkenden blauen Lichte auszusetzen.

muß um so mehr auf eine gehörige Beleuchtung bei seinen Arbeiten bedacht sein, je feiner diese sind, je weniger Zeit und Ruhe sie gestatten und je weniger Abwechselung sie dem Auge darbieten. Denn bei fehlerhafter Beleuchtung verliert auch das gesündeste Auge früher oder später an Schärfe und Ausdauer im Sehen, verfällt in Kurz- oder Weitsichtigkeit. Fehlerhaft und dem angestrengten Auge insbesondere schädlich ist die Beleuchtung, wenn das Licht zu schwach und deshalb unzureichend, wenn es zu stark, grell und blendend, wenn es unstät, bald stärker, bald schwächer, wenn es ungleichmäßig vertheilt, durch Schatten unterbrochen, wenn es unrein, in seiner Zusammensetzung vom reinen Tageslichte abweicht, und wenn es in fehlerhafter Richtung einfällt. Da die künstliche Beleuchtung durch Kerzen- oder Lampenlicht die genannten Fehler am häufigsten, ja in manchen Fällen sogar unvermeidlich an sich trägt, so wird für die, welche bei künstlicher Beleuchtung ihre Augen anzustrengen gezwungen sind, ganz besondere Vorsicht nöthig. Zuvörderst müssen durchaus Lichtschirme angewendet werden und diese dürfen nie ganz undurchsichtig sein, sondern müssen noch eine gewisse Menge Lichts durchlassen. Bei Lampen kann der Schirm aus innen mattgrauem oder bläulichem Glase, bei Kerzen aus grauem, blauem oder grünem Seidenpapier oder Taffet bestehen; auch schwach graue oder blaue Cylinder verrichten gute Dienste. Die Lampenschirme sollen durchscheinend sein und sind deshalb dichte Blech- und Papierschirme durchaus zu verwerfen. Die Blendung der weißen Milchglasglocken läßt sich am besten durch einen (nicht durchbrochenen) Schleier von blauem oder hellgrauem Seidenpapier bewirken; die „Lichtschützer", welche die Flamme in Form eines Bechers aus Milchglas umgeben, sind bei Tischlampen dem unter dem Schirm (Lampenglocke) angebrachten Teller vorzuziehen, weil sie der Luft den Zutritt gestatten und so die Ueberheizung verhindern, die bei den mit Tellern geschlossenen Lampen in der Regel stattfindet, Grüne Papier-Lampenschirme (besonders die gefalteten) wurden mehrfach arsenikhaltig gefunden. Die Glaskugeln, deren sich manche Arbeiter vor einer Lampe oder einem Licht bedienen und welche den Argand'schen Lampen immer nachstehen, müssen mit bläulichem Wasser gefüllt sein. Dieses Wasser bereitet man sich durch Kupferammoniak, von dem man dem Wasser so viel zusetzt, daß ein weißes Papier, durch die Flüssigkeit angesehen, schön himmelblau erscheint. — Die Unstätheit des künstlichen Lichtes zeigt sich am meisten bei den gewöhnlichen Kerzen und offenen Lampen, weil diese stets flackern; deshalb sind mit Cylindern umgebene Flammen bei Weitem vorzuziehen. — In Bezug auf Reinheit und Gleichmäßigkeit der Flamme verdienen Wachskerzen den Vorzug vor Stearinkerzen und diese vor Talglichtern. Das reinste und gleichförmigste Licht geben gut gebaute und richtig beschirmte, nach Argand'schem

Princip mit Rundbrennern) verfertigte Oel- und Petroleum-Lampen, sowie eine ruhige, beschirmte Gasflamme, nur kann man sich dabei ein zu starkes und schädliches Licht beim Arbeiten angewöhnen. Wenn man nämlich nach langem Lesen, Schreiben u. dergl. weniger deutlich sieht, so ist man der Meinung, die Lampe leuchte weniger, während doch Ermüdung des Auges daran Schuld ist. Bei diesen Lampen, sowie auch bei Anwendung von Schirmen hat man ferner darauf zu achten, daß das Auge nicht durch grelle Unterschiede zwischen Licht und Schatten beleidigt werde; die ungleiche Vertheilung des künstlichen Lichtes, sowie glänzende Fußgestelle der Lampen und Leuchter schaden vorzüglich empfindlicheren Augen sehr leicht. Empfindliche Augen, welche durch das reflectirte Licht des weißen Papiers gestört werden, sind durch eine, aber nur sehr schwach grau gefärbte Planbrille zu schützen. — Eine unzweckmäßige Stellung des künstlichen Lichtes, so daß die Lichtstrahlen mittelbar oder unmittelbar, von der Seite oder von unten in das Auge fallen (besonders beim Lesen im Bette bei künstlichem Lichte), bringt stets Nachtheile für das Auge, und man sehe deshalb darauf, daß das Licht mindestens einige Zoll höher steht, als die Augen, und nicht zu sehr zur Seite oder wohl gar zwischen dem Auge und dem Gegenstande.

Auch rücksichtlich der Beleuchtung am Tage werden zum Nachtheile des Sehorgans sehr häufig grobe Fehler begangen und nicht die nöthigen Vorsichtsmaßregeln beobachtet. So arbeiten Manche bei viel zu starkem, ja sogar im unmittelbaren Sonnenlichte, Andere dagegen wieder bei unzureichendem Lichte, in der Abenddämmerung, noch Andere bei einer Mischung von künstlichem und natürlichem Lichte, wenn zu zeitig, bei noch vorhandenem Tageslichte, Kerzen oder Lampen angezündet werden. — Nachtheilig ist es ferner, hinter grünen oder rothen Fenstervorhängen zu arbeiten, oder bei vielfach gebrochenem und ungleich vertheiltem Lichte, wie hinter Gittern. Das Licht muß stets nur von einer Richtung her auf den Gegenstand fallen. Ebenso ist auch steter Wechsel in der Beleuchtung (wie beim Lesen im Freien unter Bäumen, beim Gehen und Fahren) schädlich. — Man sehe ja auch darauf, daß beim Arbeiten kein falsches Licht in entgegengesetzter Richtung, von unten oder von der Seite auf den Gegenstand falle. Deshalb wird der Arbeitstisch am besten so gestellt, daß das Licht weder gerade von vorn, noch gerade von der Seite, sondern in der mittleren Richtung, schräg von oben, vorn und links darauf fällt; das Einfallen des Lichts von der rechten Seite her wirkt nachtheilig, weil die Hand sich dann stets beim Schreiben Schatten macht. Wo das Licht von unten oder gerade von der Seite einfällt, müssen die unteren Fensterscheiben durch bläuliche Vorsätzer verdunkelt werden. Da die Kräfte des Auges wie die aller Organe unseres Körpers beschränkt sind, und dies besonders vor der

Zeit der völligen Entwickelung und Ausbildung des Körpers, so fordere man von denselben nicht zu viel und berücksichtige das Gefühl der Ermüdung. Wo aber unabänderliche Verhältnisse stärkere Anstrengungen der Sehkraft erheischen, da sei man auf Abwechselung in der Beschäftigung bedacht, denn man vergesse nicht, daß das Auge weit mehr aushält, wenn der Gegenstand der Beschäftigung in gewissen Zwischenräumen gewechselt wird. Ist dies nicht möglich, dann müssen dem Auge wenigstens alle Stunden einige Minuten Ruhe gegönnt werden, wobei der Blick auf entfernte und beschattete oder mattgefärbte Gegenstände zu richten ist (Spazierengehen, Ball- und Billardspiele, Gartenarbeiten u. dergl.). Jeder, der seine Augen zum Besichtigen naher und kleiner Gegenstände anzustrengen genöthigt ist, sollte jährlich einige Wochen behufs Schonung, Erholung und Kräftigung seiner Augen zu Ausflügen in das Freie, in die Wälder und Berge verwenden und dabei seine Augen vorzugsweise in die Ferne schweifen lassen. Wer nur mit einem Auge feine Gegenstände beobachtet (Uhrmacher, Mikroskopiker), sollte öfters mit den Augen dabei wechseln.

Außer unzweckmäßigem Lichte und falscher Beleuchtung können nun aber auch noch unreine Luft, Erkältungen, sowie mechanische und chemische Verletzungen dem Gesichtssinne schaden. Die Beschaffenheit der Luft ist insofern von Einfluß auf das Auge, als Staub, Rauch oder scharfe Dünste in derselben das Auge reizen und in Entzündung versetzen können. Wer sich einer solchen unreinen Luft häufig aussetzen muß, der reinige seine Augen öfter mit kühlem (weichem) Wasser, nur aber nicht dann, wenn er erhitzt ist, damit die Augen nicht zu schnell abgekühlt werden. Deshalb taugt auch das Waschen der Augen mit kaltem Wasser des Morgens gleich nach dem Erwachen nichts, besonders wenn man im Schlafe geschwitzt hat. Nie bediene man sich zum Waschen der Augen eines Schwammes, da in den Schwämmen nur zu oft für das Auge schädliche Theile enthalten sind, sondern lieber der bloßen Hände oder eines weichen leinenen Tuches. Bei starkem Winde und auf Reisen in staubigen Gegenden sind Schleier und große runde Staubbrillen (aus farblosen oder blaßgrauen Planläsern) von Vortheil. — Zugluft, besonders in feiner unmerklicher Strömung (durch das Fenster) erregt ebenfalls leicht Augenentzündung. — Fremde Körper, welche in das Auge gedrungen sind, wolle man ja nicht durch Reiben daraus entfernen, sondern man suche die Augenlidspalte von selbst oder mittels der Finger offen zu erhalten, richte den Blick starr über die dem kranken Auge entsprechende Achsel und dann schnell nach der Nasenspitze und umgekehrt, oder stark nach oben und unten abwechselnd, zwischen durch das Auge mit kaltem Wasser waschend. Sollte dies Verfahren vergeblich sein, so suche man den fremden Körper vor dem Spiegel oder durch jemand Andern mit dem Zipfel eines leinenen Tuches zu entfernen. Gelingt die Entfernung nicht bald, dann lasse man einen Arzt rufen, vermeide aber bis zu dessen Ankunft alles Reiben der Lider und wende unterdessen kalte Umschläge an. Die Empfindung, als läge der fremde Körper noch im Auge, dauert nach dessen Entfernung gewöhnlich noch einige Zeit fort. Meistens gelingt das Entfernen kleiner Körperchen deshalb nicht, weil sie zwischen dem obern Augenlide und Augapfel festgehalten werden; um sie von hier zu entfernen, fasse man das Lid an den Wimpern, ziehe es stark vom Augapfel ab und blicke nach unten. — Metallarbeiter erleiden sehr häufig Augenverletzungen durch Metallsplitter und müssen deshalb ihre Augen durch Glimmer-

schutzbrillen von Dr. Cohn empfohlen und von Max Raphael in Breslau, Zimmerstraße Nr. 10 zu beziehen schützen. Diese Brillen zerbrechen nicht, sind sehr leicht, kosten wenig 60 Pfennig und halten das Auge, da der Glimmer ein schlechter Wärmeleiter ist, kühl. — Sind Mineralsäuren oder siedendes Wasser in das Auge gekommen, so suche man sobald als möglich ärztlichen Rath und wende unterdessen kalte Umschläge an. Beim Eingedrungensein von Kalk, Asche, Tabak und dergleichen ätzenden Substanzen, bringe man Oel, weiche ungesalzene Butter oder Rahm in die Augenlidspalte, um den fremden Körper einzuhüllen und wo möglich wegzupfen, und mache sodann so lange kalte Umschläge, bis der Arzt kommt. — Ein sehr dummer Spaß ist das Zuhalten der Augen eines Anderen von rückwärts was sehr gern von Schulkindern gemacht wird, weil hier durch starken Druck sofort Blindheit entstehen kann. Auch Schläge auf den Kopf können durch starke Erschütterung des Sehapparates und Gehirns Blindheit nach sich ziehen. Beim Entkorken von Champagner- und Selterswasserflaschen halte man die letzteren immer so, daß der Propfen nicht gegen die Augen geschleudert werden kann.

Da das Auge nur ein Glied des ganzen Organismus ist, so hängt sein Wohlbefinden immer mehr oder weniger auch von dem Zustande des letztern ab, so daß schon Hippokrates mit Recht bemerkt, daß das Auge nicht blos ein Spiegel der Seele, sondern auch des Körpers ist. Den meisten Einfluß auf das Auge äußert natürlich das Gehirn, da zwischen diesen beiden Theilen eine sehr innige Verbindung besteht. Aber auch Erkrankungen des Rückenmarks, der Nieren, des Herzens und anderer Organe wirken in mannigfacher Weise auf die Sehkraft ein, und jeder körperliche Schwächezustand ist immer mit mehr oder minder großer Empfindlichkeit der Augen verknüpft, weshalb Nervenschwache, Blutarme und Reconvalescenten ganz besondere Sorgfalt auf die Schonung ihrer Augen verwenden sollen.

Nachtheiligen Einfluß auf das Auge üben besonders niederschlagende Gemüthsaffecte (Gram, Kummer, anhaltendes und häufiges Weinen und die die Nervenkraft erschöpfenden Leidenschaften und Krankheiten (besonders Ausschweifungen und Syphilis) aus. Sie erzeugen Augenschwäche, d. h. die Augen haben die Ausdauer zu angestrengteren Betrachtungen kleiner und naher Gegenstände verloren, sehen feinere Sachen entweder gar nicht oder nur kurze Zeit, indem selbige vor dem Auge zu zittern und sich zu verwirren anfangen, Drücken und Gefühl von Ermüdung der Augen erzeugen, so daß Pausen im Sehen gemacht werden müssen. — Das Tabakrauchen (der Tabakrauch) schadet den Augen in allen Fällen, wo die Augenlider in gereiztem, entzündetem Zustande (geröthet, schleimabsondernd, verklebt sind. — Spirituosen schaden dem Auge dann, wenn sie häufig und so genossen werden, daß sie Blutandrang nach dem Kopfe erzeugen. Ueberhaupt können alle Störungen des Blutlaufs, vorzugsweise im Kopfe (durch enge Kleider, große Hitze), den Augen nach und nach schädlich werden.

Die Kurzsichtigkeit (Myopie s. S. 338), ein leider immer mehr überhand nehmendes Augenleiden, bei welchem das Auge nur nahe Gegenstände zu sehen vermag, ist entweder ein angebornes oder ein erworbenes Leiden. Die Ursache der erworbenen Kurzsichtigkeit ist in den allermeisten Fällen die schon in der Jugend, besonders in den Schuljahren wo das Auge in andauernder Weise für die Nähe benutzt wird zu findende schädliche Gewohnheit, alle Gegenstände zu nahe an das Auge zu halten, anstatt die Entfernung des Auges den verschieden weit abstehenden Gegenständen

anzupassen (s. S. 581). Man sollte dies schon in der Jugend und ganz besonders in der Schule lernen, wo aber durch die unzweckmäßige Construction der Schulbänke und Sitze, die falsche Beleuchtung und die kleine Schrift der Bücher die Kurzsichtigkeit geradezu anerzogen wird (s. bei Schuljahren). — Was die Brillen für Kurzsichtige betrifft, so sollten solche vor Erreichung des 25. bis 30. Jahres nicht beständig getragen werden, sondern nur für die Zeit, wo in die Ferne gesehen wird. Keinesfalls darf aber eine solche Brille beim Nahesehen benutzt werden, wenn nicht sehr bald Schwachsichtigkeit eintreten soll.

Was die **Krankheiten** der Augen betrifft, so muß bei denselben stets so bald als möglich ein guter Augenarzt zu Rathe gezogen und dem Auge vor Allem Ruhe gegönnt werden. Bei allen entzündlichen Zuständen ist das Auge gegen Licht, Staub, Rauch, Zug und Anstrengung zu schützen, darf aber nicht zugebunden werden. Ganz vorzüglich ist vor der Anwendung von Augengläsern zu warnen, bevor ein Arzt das Auge genau untersucht und seinen Rath ertheilt hat. Denn es ist nicht leicht, Kurzsichtigkeit, Blödheit, Weitsichtigkeit, Ermüdung und Schwäche des Auges richtig zu beurtheilen. Ebenso müssen beim Schielen und Schiefstehen eines Auges Verhaltungsmaßregeln beim Arzte eingeholt werden. — Beim Gebrauche der Augengläser sind deshalb folgende Regeln zu beobachten: man wähle die Gläser nur nach vorheriger ärztlicher Berathung und kaufe sie nur bei einem geschickten und zuverlässigen Optiker. Da kein Glas ebensowohl für die Nähe wie für die Ferne eingerichtet sein kann, so dürfen dieselben Brillen auch nicht zum Nahe- und Fernsehen gebraucht werden. Es schadet der Sehkraft sehr, wenn Kurzsichtige mit ihren Brillen lesen und schreiben. Am meisten werden aber die Augen durch den öfteren und längeren Gebrauch der Theaterperspective, zumal der einfachen, ruinirt. Geheimmittel gegen Augenleiden dürfen niemals in Gebrauch genommen werden, da sie sehr leicht den Augen großen Schaden bringen können.

## 2) Pflege des Gehörorgans.

Da der größte und wichtigste Theil des Gehörapparates (siehe S. 346) innerhalb des Schläfenbeins versteckt und geschützt liegt, so ist der Hörsinn auch weit weniger als der Gesichtssinn Gefahren ausgesetzt. Nur der äußere, stets vorsichtig zu reinigende Gehörgang und das Trommelfell sind vom äußern Ohre aus, sowie die Ohrtrompete und Paukenhöhle von der Nasen- und Mundhöhle her nicht selten krankmachenden Einflüssen unterworfen. Bei jedem Ohrenleiden nehme man die Hülfe eines guten Ohrenarztes in Anspruch, denn es läßt sich sehr leicht dem kranken Ohre von einem Unkundigen großer und nicht wieder gut zu machender Schaden zufügen. — Der größte Feind des Gehörorgans ist die Kälte in jedweder Form und Einwirkung, weshalb Ohrenkrankheiten weit häufiger in kalten Klimaten als in den wärmeren Regionen beobachtet werden. Bei großer Kälte, schneidendem Wind oder Luftzug und schroffem Temperaturwechsel sind deshalb die Ohren, namentlich wenn der Kopf vorher erhitzt war, durch entsprechende Anordnung des Haars oder eine passende Kopfbedeckung, bei großer Empfindlichkeit durch Verstopfung des äußern Gehörgangs mittels Watte gehörig zu schützen; auch lasse man sich nie bei kaltem Wetter,

bei scharfem Ost- oder Nordwind oder während eines vorhandenen Schnupfens das Kopfhaar schneiden. Auch Waschungen des Kopfes und des Kopfhaares mit Wasser erfordern große Vorsicht und sollten nur vorgenommen werden, wenn man längere Zeit nachher im warmen Zimmer verweilen kann; besser eignen sich Waschungen mit spiritnösen Flüssigkeiten, weil hiernach das Abtrocknen weit schneller und leichter erfolgt. Kalte Aufschläge auf das Ohr sowie kalte Eingießungen oder Einspritzungen in den Gehörgang sind unter allen Umständen als nachtheilig zu unterlassen. Auch Durchnässungen des ganzen Körpers oder der Füße, sowie der Aufenthalt in dumpfen und feuchten Räumen und das Schlafen oder längere Liegen auf feuchter Erde kann schmerzhafte und langwierige Ohrenkrankheiten zur Folge haben. Weiterhin ist, zumal bei Kindern, das Eindringen fremder Körper in den Gehörgang zu verhüten. Kinder stecken sich oft Kirschkerne, Erbsen, Perlen u. dergl. in's Ohr, oder es kriechen auch wohl zuweilen Insekten in den Gehörgang. Man hüte sich, Bleistifte, Federhalter u. dergl. in den äußern Gehörgang einzuführen; dieselben können leicht abbrechen und das abgebrochene Stück ist oft sehr schwer zu entfernen. Bei Entfernung fremder Körper enthalte man sich ja aller gewaltsamen Ausziehungsversuche und wende lieber langsames Ausspritzen oder Ausfüllen des Gehörorgans mit lauwarmem Wasser an. Hilft dies nicht, dann überlasse man ja das Entfernen des fremden Körpers einem geschickten Ohrenarzte. — Verstopfung mit angehäuftem und eingetrocknetem Ohrenschmalze, die schon oft Schwerhörigkeit und sogar Taubheit erzeugte, und mit heftigem Sausen und Jucken im Ohre, Gefühl von Schwere und Völle, selbst Schwindel einhergeht, hebe man durch langsames und schonendes Erweichen der Pfröpfe und durch Ausspritzen des Ohres mit warmem Wasser (nicht Oel); sehr harte Pfröpfe werden am besten durch wiederholtes Eingießen einer lauwarmen Soda-Glycerinlösung (1 Theil doppeltkohlensaures Natron auf 10 Theile Wasser und ebensoviel reines Glycerin) erweicht und dann durch Ausspritzen entfernt; Pincetten und Ohrlöffel dürfen vom Laien zur Entfernung des Ohrenschmalzes gar nicht angewendet werden. Nach dem Ausspritzen ist das betreffende Ohr mit Watte oder Charpie mehrere Tage lang zu verstopfen und dadurch vor Kälte und starkem Schalle zu schützen. Bei allen Ohraffectionen, besonders bei Ohrensausen und Schwerhörigkeit, zumal nur auf einem Ohre, ist sofort an eine Verstopfung des Gehörganges zu denken und derselbe mittels eines Ohrspiegels genau untersuchen zu lassen. — Bei vermehrter Absonderung eines dünnen Ohrenschmalzes, welche meistens in einem entzündlichen Zustande der den Gehörgang auskleidenden Haut ihren Grund hat, streiche man Oel oder Glycerin mittels eines Pinsels, aber sehr behutsam, ein. Ist das Hören dabei verändert, dann wende man sich ja an einen guten Ohrenarzt. Bei allen Ausflüssen aus

dem Ohre ist häufige, sorgfältige und vorsichtige Reinigung des Gehörganges mittels lauwarmer Einspritzungen und Auspinselungen zur Heilung ganz unentbehrlich. — Die Ohrtrompete wird beim Schnupfen und bei Gaumen- oder Mandelentzündung häufig, namentlich bei Kindern in Mitleidenschaft gezogen und von Katarrh befallen, der sich bis in die Paukenhöhle fortsetzen und Ohrensausen, sowie Schwerhörigkeit erzeugen kann. Einathmungen warmer Luft und Wasserdämpfe sowie örtliche Behandlung der Rachenaffection leisten hier den besten Dienst. — Bei sehr starkem Schalle (Kanonenschuß) thut man gut, entweder das Ohr zuzuhalten oder den Mund weit zu öffnen, um dem Druck der Luft durch die Ohrtrompete auf das Trommelfell auch von innen her wirken und so von beiden Seiten aus dasselbe vom Schalle treffen zu lassen, dadurch aber ein zu starkes Hineinwölben und Zersprengen desselben zu verhindern. — Die Gehörnerven verlangen (besonders bei kleinen Kindern) Schonung vor Uebereizung durch zu starke oder zu feine Töne, und besonders durch zu plötzlichen Wechsel derselben, sowie durch zu anhaltendes und aufmerksames Hören. Gegen die schädliche Einwirkung heftiger Schalleindrücke, welche bei gewissen Berufsarten (Müllern, Schmieden, Maschinenarbeitern, Klempnern, Schlossern, Lokomotivführern u. a.) mit der Zeit zu mehr oder minder hochgradiger Schwerhörigkeit führen, schützt am besten die Verstopfung des äußern Gehörgangs mit Baumwolle. Bereits Ohrenkranke sollten wohl bei der Wahl ihres Berufs hierauf Rücksicht nehmen. — Schläge an das Ohr (Ohrfeigen) und auf den Kopf können durch Zerreißung des Trommelfells sowie durch Erschütterung und Lähmung des Hörnerven sofort Taubheit erzeugen. Störungen des Blutlaufes durch das Gehörorgan und das Gehirn, welche nicht selten die Schuld an Gehörleiden tragen, müssen vermieden und gehoben werden.

Die **Taubheit**, welche Stummheit nach sich zieht (s. S. 388), ist allerdings in den meisten Fällen angeboren, doch kann sie auch in der ersten Kindheit durch Krankheiten des Gehörorgans erworben werden. Deshalb ist es durchaus nöthig, so zeitig als möglich zu erkennen, ob ein Kind hören kann. Man forsche deshalb schon bei kleinen (einjährigen) Kindern danach und zwar indem man hinter dem Kinde plötzlich ein Geräusch macht. Bleibt das Kind dabei ganz theilnahmlos, wird es später bei der Unterhaltung seiner Umgebung durch Nichts angeregt und aufmerksam, versucht es nicht, vorgesprochene Laute nachzusprechen, so läßt sich auf Taubheit schließen. Solche Kinder zeigen eine ungewöhnliche Regsamkeit der Züge, einen forschenden Blick und machen, anstatt ihre Bedürfnisse und Gefühle durch Laute auszudrücken, Geberden und Zeichen, oft mit großer Lebhaftigkeit. Ist man von der Taubheit des Kindes überzeugt, dann suche man sofort Hülfe beim Arzte und einem zeitgemäß gebildeten Taubstummenlehrer, welcher dem Kinde das Sprechen lehren kann.

### 3. Pflege des Geruchsorgans.

Die Nasenhöhle (s. S. 365) ist dadurch der Sitz des Geruchssinnes, daß sich in den oberen Theilen ihrer Schleimhaut der Geruchsnerv verbreitet. Durch Entartung dieser Schleimhaut nun wird der Geruchssinn weit häufiger geschwächt, als durch zu starke Reizungen (Gerüche) des Geruchsnervens. Es ist deshalb dahin zu streben, daß die Nasenschleimhaut vor Krankheiten, namentlich chronischen Katarrhen, möglichst bewahrt werde. — Bei Kindern ist das öftere und ordentliche Reinigen der Nasenhöhle nicht zu verabsäumen, sowie das Bohren mit dem Finger in der Nase und das Hineinstecken fremder Körper zu verhindern. — Auch müssen, wie beim Erwachsenen, Erkältungen und Einathmungen einer solchen reizenden Luft, welche Schnupfen erzeugen kann, soviel als möglich vermieden werden. Beim Riechen an Blumen sehe man sich vor, daß nicht Insekten in die Nase eingesogen werden. Der übermäßige Gebrauch von sehr scharfem Schnupftabak schadet dem Geruchssinne stets. — In Blei verpackter Schnupftabak kann Bleivergiftungen erzeugen.

### 4) Pflege des Geschmacksorgans.

Die Zunge in der Mundhöhle (s. S. 368) ist das Hauptorgan des Geschmackssinnes und kann recht leicht für ihre Geschmacksverrichtung weniger brauchbar gemacht werden, theils dadurch, daß ihre Schleim- und Oberhaut eine Veränderung erleidet, theils durch Entartung der Geschmackswärzchen und Ueberreizungen der Nerven derselben. Man hüte deshalb die Zunge vor sehr reizenden, scharfen und brennenden Stoffen (Tabak, Gewürzen), vor zu heißen und zu kalten Substanzen, sowie vor Verletzungen (besonders durch scharfe und spitze Zahnkanten). Auch reinige man immer die Mundhöhle gehörig (s. S. 532) und entferne die alten Oberhautpartikelchen (Zungenbeleg) von der Zunge durch zeitweiliges Abstreichen derselben. — Das Aufspringen sehr trockener Lippen verhüte man durch Bestreichen mit Gold-cream, feinem Oel oder Glycerin; aufgesprungene Lippen und Schrunden in den Mundwinkeln tupfe man nach Entfernung von Grinden mit lauem Wasser ab und bestreiche sie mit Fettigem.

### 5) Pflege des Tast- und Temperaturapparats.

Die Haut (s. S. 372) mit ihren Tastwärzchen ist, besonders an den Fingerspitzen und überhaupt an der Hand, weil hier der Hauptsitz des Tastsinnes ist, vor Verletzungen sowie vor Druck zu schützen, damit die Oberhaut nicht widernatürlich dick oder zu dünn über den Tastwärzchen werde. Die längere Einwirkung von sehr starker Hitze oder Kälte beeinträchtigt die Feinheit des Temperatursinnes und ist

deshalb zu vermeiden. Auch sind die Nägel gut zu behandeln (nicht abzureißen oder abzubeißen, nicht zu tief abzuschneiden und gehörig zu reinigen; die krallenartig langen Nägel unserer reichen Müssiggänger sind ebenso häßlich wie ungesund). Natürlich bedarf auch die Haut des ganzen übrigen Körpers der ordentlichen Pflege und Abwartung (s. S. 549).

### Regeln für die Behandlung der Sinne.

1) Die Sinnesorgane sind **vor Verletzungen** (Schlag, Stoß, Erschütterung, Verwundungen) zu schützen; auch ist große Hitze und Kälte von denselben abzuhalten.

2) Die **Sinnesnerven sind nicht zu überreizen**; der Reiz muß der Beschaffenheit und Stärke des Organs angemessen sein.

3) Den Sinnesorganen muß die **gehörige Ruhe** gegönnt werden, wenn sie thätig waren, damit sie sich wieder gehörig restauriren und kräftigen können.

4) Die Sinne sind **durch öftere Wiederholung einer und derselben Thätigkeit**, natürlich mit den gehörigen Zwischenpausen, zu üben, da sie durch richtige Uebung geschärft und gekräftigt werden. Die Sinneseindrücke dürfen aber nicht flüchtig und zu vielfach sein, sondern müssen mit Ruhe, Aufmerksamkeit und Ausdauer bei demselben Gegenstande aufgenommen werden.

## IV. Pflege des Stimmorgans.

Das Organ, mit dessen Hülfe die Stimme und der Gesang zu Stande kommen, ist der Kehlkopf (s. S. 380), welcher seine Lage hinter und unter der Zunge am Halse hat. Um dieses Organ richtig behandeln zu können, muß man wissen: daß der Kehlkopf den Eingang zu den Luftwegen (Luftröhre und Lungen) bildet und daß also alle Luft, die wir ein- und ausathmen, durch seine Höhle hindurch streichen muß; daß sein oberer Theil (mit dem die Stimmritze beim Schlingen verschließenden Kehldeckel) hinauf in den Schlundkopf ragt und daß deshalb Alles, was wir verschlucken, über denselben hinwegrutschen muß; daß die Auskleidung der Kehlkopfshöhle, sowie der Ueberzug der Stimmbänder von gefäß- und nervenreicher Schleimhaut gebildet ist, welche sich abwärts in die Luftröhre, aufwärts durch den Schlundkopf in die Mund- und Nasenhöhle fortsetzt; daß endlich die beim Sprechen und Singen nöthigen Veränderungen der Stimmbänder und Stimmritze durch Muskeln und Nerven veranlaßt werden. Auf alle diese Momente ist bei der Pflege des Kehlkopfes Rücksicht zu nehmen und deshalb sind folgende Regeln zu beachten:

1) Die Luft, welche durch die Stimmritze streicht, darf niemals eine solche sein, welche Entzündung der Schleimhaut (Katarrh) mit Heiserkeit und Husten erregen kann, sonach nicht rauh und sehr kalt, mit Staub, Rauch (besonders auch Tabaksrauch) oder schädlichen, besonders ätzenden Gasarten (wie Chlor, Ammoniak, Leuchtgas, Kohlensäure) verunreinigt sein. Sehr heftige, häufig wiederkehrende und lang andauernde Kehlkopfskatarrhe, wenn sie auch nicht gefährlich sind, hinterlassen doch in der Regel eine Verdickung des Schleimhautüberzugs der Stimmbänder und erzeugen deshalb eine rauhe, unreine, metallose Stimme. Vorzüglich leicht tritt ein solcher Katarrh dann ein, wenn der durch Singen, lautes und längeres Sprechen oder durch Einathmung warmer Luft erhitzte Kehlkopf plötzlich von kalter rauher Luft (innerlich wie äußerlich) getroffen wird. Darum müssen Alle, die ihre Stimme lieb haben, wenn sie ihren Kehlkopf anstrengten oder in größerer Wärme athmeten und dann in Kälte kommen, den Hals bis oben heran warm bekleiden und dürfen durch den Mund keine Luft einathmen, sondern sollen nur durch die Nase, oder durch ein vorgehaltenes Tuch, oder durch einen Respirator Athem holen.

2) Was wir genießen, Speisen und Getränke, können auf die Kehlkopfsschleimhaut schädlich (entzündend) einwirken, wenn sie scharf und reizend sind, wie starke Gewürze (Pfeffer, Senf), Säuren und Spirituosen. Sehr nachtheilig ist besonders nach Anstrengung des Kehlkopfes der Genuß von Kaltem (Eis, Wasser, Limonaden). Ueberhaupt muß auf Alles, was verschluckt wird, geachtet werden; Speichel mit scharfer Tabakssauce, feste und verletzende Körper (Gräten, Kerne, Knöchelchen, Hülsen u. dergl.) sind ängstlich zu vermeiden.

3) Starke und länger andauernde Anstrengungen des Kehlkopfs (der Stimmbänder) durch Schreien, Singen oder Sprechen, müssen vermieden werden, denn sie erzeugen nicht selten einen Schwächezustand durch Ueberanstrengung der Stimmmuskeln und Nerven, und so (vorübergehend oder bleibend und öfters wiederkehrend) eine Stimmverstimmung (dysphonia clericorum), bei welcher die Stimme schwach, klanglos und ungleich, weniger metallisch, rauh, heiser, bald hoch und überschlagend, bald tief und monoton wird. Diese Dysphonie, welche am häufigsten bei Kanzelrednern, Schullehrern, Sängern und Commandirenden vorkommt, kann auch durch vieles und zu langes Ueben beim Gesangunterricht erzeugt werden und schließlich bei Mißachtung in vollständige Stimmbandlähmung übergehen. Viele Menschen sündigen ganz unglaublich gegen ihr Stimmorgan, als ob es unverwüstlich sei; selbst wenn ihre Stimme schon ganz verfallen ist, suchen sie sich, statt ihrem Kehlkopf einmal die nöthige Ruhe zu gönnen, doch noch mit größter Anstrengung verständlich zu machen — kein Wunder, wenn dauernder Verlust der Stimme die Folge solchen unvernünftigen Gebahrens ist.

4) Das Aeußere des Halses verlangt auch Berücksichtigung; vorzüglich darf eine nicht zu enge und warme Halsbekleidung getragen und der warme (erhitzte und schwitzende) Hals nicht einer plötzlichen Abkühlung ausgesetzt werden. Man härte sich gegen Halserkältung dadurch ab, daß man die Haut des Halses und Nackens allmählich an häufige kalte Waschungen und Bloßtragen gewöhnt. Doch geschehe dies allmählich, d. h. man gehe von lauen und kühlen Waschungen erst nach und nach zu kalten über.

5) Jede heftigere Erkältung des Körpers, zumal nach starker Erhitzung, und besonders die der Füße, ist zu vermeiden, weil diese sehr gern Halsentzündung nach sich zieht.

Beim Gesang in der Schule ist darauf zu achten, daß der Kehlkopf nicht überangestrengt wird (Ausartung des Gesanges in Geschrei und Ueberschreitung des natürlichen, das heißt leicht ansprechenden Umfanges der Stimmen, sowohl nach der Höhe als nach der Tiefe hin). Bei der mit dem Wachsthum des Körpers sich vollziehenden Umwandlung des Stimmorgans (Mutation, s. S. 384), die bei den meisten Knaben sich über vier verschiedene Klangregionen erstreckt, muß der Lehrer bei jeder einzelnen Stimmwandlung den Schüler in eine tiefere Stimmkategorie einreihen. Die einzelne tiefer gewordene Stimme, der durch zu hohes Singen Gewalt angethan wird, kann der Lehrer aber nur dann wahrnehmen, wenn der Schulgesang nicht in Geschrei ausartet.

**Tonbildung beim Gesange.** Was für Ansprüche macht man denn beim Singen an einen Ton, wenn er als schön gelten soll? Er muß rein (von richtiger Höhe) und ohne Klangbeimischung, klangvoll und metallisch, gehörig stark und voll, fest (nicht tremulirend) und dauerhaft sein. Auf alle diese Eigenschaften läßt sich Einfluß ausüben, zumal wenn schon von Jugend auf dahin gewirkt wird. Versuchen wir dies zu beweisen. — Wie bekannt (siehe S. 381) entsteht der Ton im Kehlkopfe durch Schwingungen der mit Schleimhaut überkleideten unteren Stimmbänder, und diese Schwingungen werden durch die Luft veranlaßt, welche mit einiger Kraft von unten, von der Lunge her durch die Luftröhre und Stimmritze hindurch getrieben wird. Gleichzeitig setzen die Stimmbänderschwingungen aber auch die Luft und die Wände der Luftwege oberhalb und unterhalb der Stimmritze, sowie selbst die Wand des Brustkastens in Mitschwingung und geben dadurch, nach der verschiedenen Beschaffenheit dieser mitschwingenden Theile (besonders nach der verschiedenen Weite der Lufträume und der Schwingungsfähigkeit ihrer Wände) dem Ton einen stärkern und schwächern Widerhall (Resonanz). Befühlt man beim Singen den Brustkasten, die Luftröhre, den Kehlkopf, den Gaumen oder die Zähne, so wird man deshalb an allen diesen Theilen ein leises Vibriren wahrnehmen, was um so deutlicher wird, je stärker man singt. Vermehren läßt sich diese Resonanz, wodurch der Ton an Fülle und Klang gewinnt, wenn man Lunge und Brustkasten durch tiefes kräftiges Athmen, sowie durch passende gymnastische (Knickstütz-) Uebungen, besonders von Jugend auf, gehörig zu erweitern sucht. Gleichzeitig kräftigen diese Uebungen aber auch die Athmungsmuskeln und können insofern auf die Stärke und Gleichmäßigkeit des Tones, welche von der Kraft und Gleichmäßigkeit abhängt, mit welcher die Luft durch die Stimmritze getrieben wird und die Stimmbänder in Schwingungen versetzt, großen Einfluß ausüben. Es darf der Ton nicht herausgestoßen, sondern er muß, wie die Italiener sagen, herausgesponnen werden (filiar il tuono). — Ebenso wie nun die Erweiterung des Brustkastens und der Lunge die Resonanz des Stimmapparates verbessern kann, so vermag

dies auch noch das Weitsein der Räume oberhalb des Kehlkopfes, wie des Schlundkopfes, der Mund und der Nasenhöhle, weshalb diese Räume so lufthaltig als möglich sein müssen. Hierzu trägt aber bei: die richtige Stellung der Mund- und Gaumentheile, die Verkleinerung großer Mandeln und die Verdünnung der verdickten Nasen und Gaumen-Schleimhaut. — Was das Metall und die Reinheit (hinsichtlich der Klangbeimischung) des Tones betrifft, so sind diese Eigenschaften hauptsächlich von dem Schleimhautüberzuge der Stimmbänder abhängig und Alles, was diesen dicker, härter, trockner oder feuchter, als sich gehört, machen kann, thut dem Metall der Stimme Eintrag. Deshalb muß jeder Sänger und wer überhaupt singen will, seine Kehlkopfschleimhaut ängstlich behüten und so behandeln, wie dies vorher angegeben worden ist. Bisweilen läßt sich durch Betupfen mit Höllenstein der Zustand dieser Schleimhaut und damit die Stimme selbst verbessern.

Eine Hauptaufgabe beim Singen ist es nun, daß der im Kehlkopf erzeugte Ton oder die Schallwellen auch so ungetrübt als möglich aus dem Munde hervortönen. Um dies zu können, müssen die obersten Luftwege, nämlich die sogen. Rachenenge (d. i. die von dem Gaumensegel, den Mandeln, dem Zäpfchen und den Gaumenbögen begrenzte, Mund und Schlundkopfshöhle verbindende Oeffnung über der Zungenwurzel), die Mundhöhle und der Mund ordentlich weit sein und gehörig geöffnet werden, damit der Ton nicht zu stark gequetscht werde und an zu vielen Stellen anpralle, wodurch er eine unangenehme Klangbeimischung erhält (wie der Kehl-, Gaumen-, Nasen- und Zahnton). Deshalb ist vorzüglich auf die Gaumen-, Zungen-, Zähne- und Lippenstellung zu achten und der Sänger muß durch häufige Uebungen (Zungen- und Gaumenturnen) große Herrschaft über diese Theile (Gewandtheit in der Bewegung derselben) zu erlangen suchen. Auch ist der Umfang großer Mandeln soviel als möglich zu verringern, was durch Bestreichen mit Höllenstein oder Jodtinktur, sowie durch theilweises Ausschneiden derselben ermöglicht wird.

Am besten soll der Tonanschlag, wie die Gesanglehrer sagen, sein, wenn die Schallwellen vorn am harten Gaumen, dicht hinter den oberen Schneidezähnen antreffen. Das bedeutet aber nichts Anderes, als wenn die Schallwellen (der Ton) so unbehindert als möglich und in der größtmöglichsten Menge zum Munde herausströmen. Dies ist aber der Fall, sobald beim Singen die Vocale, besonders a und o, klar, rein und edel ausgesprochen werden. — Hinsichtlich der Festigkeit und Dauerhaftigkeit des Tons, welche von der Kräftigkeit der Kehlkopfmuskeln abhängig ist, so kann diese nur dadurch erlangt werden, daß man die genannten Muskeln zuvörderst gut ernährt (durch kräftige Kost) und daß man dann ganz allmählich beim Singen eine Steigerung an Kraft und Ausdauer, mit den gehörigen Pausen dazwischen, eintreten läßt. Zu starke, zu lange und schnell auf einander folgende Anstrengungen des Kehlkopfes erzeugen einen lähmungsartigen Zustand der Stimmnerven und Muskeln, sowie eine Verstimmung der Stimme (s. S. 594), so daß dieselbe zittert (tremulirt), detonirt, oder sogar gänzlich versagt. Wie mancher Gesangslehrer und Sänger hat nicht schon durch solche Ueberanstrengungen die schönste und kräftigste Stimme ruinirt! — Bevor die Muskeln des Kehlkopfs den nöthigen Grad von Uebung und Kraft erlangt haben, de- oder distonirt die Stimme gewöhnlich öfters, d. h. die Töne weichen von ihrer richtigen und bestimmten Höhe nach unten oder oben hin etwas ab und werden unrein. Dies findet wie bei Schwäche der Stimmorgane auch noch bei schlechtem musikalischen Gehör und nicht selten auch in Folge einer schlechten Lehrmethode statt. Hiernach muß also, um das Detoniren (wie auch das Tremuliren) zu heben, entweder das Stimmorgan durch zweckmäßige Behandlung gekräftigt oder das Gehör durch Hören guter Sänger, eines rein gestimmten Instrumentes und große Aufmerksamkeit bei

den Gesangsübungen verbessert werden. Aengstliche Sänger singen meistens zu hoch, solche mit schlechtem Gehör zu tief; natürlich ist letzteres schlimmer als ersteres. — Beim Singenlernen thut man am besten, wenn man die zu singenden Worte vorher so edel und rein und so oft laut spricht, bis sie gerade ebenso gesungen werden können; dann wird man sicherlich keine Fehler in der Stimmbildung wahrnehmen. — Was die Höhe und Tiefe des Tones, sowie die verschiedenen Stimmarten und Stimmregister betrifft, so wurde schon S. 384 ausführlich darüber gesprochen.

---

# Pflege des Bewegungsapparates.

## Willkürliche Bewegungen; Turnen.

Um willkürliche Bewegungen ausführen zu können, bedürfen wir, wie sich wohl von selbst versteht, zuvörderst eines Willens und dann der Bewegungsorgane. Der Wille ist eine Thätigkeit unseres Gehirns und diese Thätigkeit, allmählich durch äußere Eindrücke angefacht, geht hier nach der Beschaffenheit der Hirnsubstanz, sowie nach der Gewöhnung (Uebung, Erziehung) derselben besser (kräftiger) oder schlechter (schwächer) vor sich. Die Bewegungsorgane sind die an bewegliche Theile, besonders an Knochen und Knorpel befestigten Muskeln (das Fleisch). Durch Nervenfasern, d. s. Bewegungsnerven, setzt der Wille vom Gehirne aus die Muskeln in Thätigkeit (in Verkürzung durch Zusammenziehung).

Das erste Erforderniß zur Ausführung willkürlicher Bewegungen muß sonach eine richtige Beschaffenheit der hierbei in Thätigkeit kommenden Organe (des Gehirns, der Bewegungsnerven, der Muskeln, des Knochen- und Knorpelgerüstes) sein. Es ist deshalb durchaus nöthig, daß in diesen Theilen die Ernährung (der Stoffwechsel) durch Zufuhr guten Blutes und ungestörte Circulation desselben in gutem Gange erhalten werde. Wer viel Muskelkraft zu entwickeln hat, muß nicht nur zur Ernährung seines Muskelgewebes Eiweißstoffe einführen, sondern auch reichliche Mengen kohlenstoffreicher Nahrungsmittel, durch deren Verbrennung vorwiegend die mechanische Bewegung zu Stande kommt (s. S. 424 und 518). Es ist sehr unrecht, von blutarmen, schlecht genährten und zu einer schmalen Kost gezwungenen Menschen dieselbe Willens- und Muskelstärke zu verlangen, wie von robusten, ausreichende Nahrung genießenden Personen. Die häufigen Beispiele, wo willens- und muskelkräftige Personen nach und nach durch schlechtere Ernährung ihres Nerven- und Muskelsystems (in Folge von Nahrungsmangel, oder von unzweckmäßiger Nahrung, oder von Krankheiten) zu Schwächlingen werden, sprechen beredt dafür, wie sehr die Kraft und Energie des Bewegungs-

apparates von dem Ernährungszustande des Gesammtkörpers abhängen und beeinflußt werden.

Sodann verlangen die genannten Bewegungsorgane zu ihrer ordentlichen Ernährung außer gutem Blute aber auch noch der richtigen Abwechselung zwischen Thätigsein und Ruhen, weil nur dadurch der Stoffwechsel (die Anbildung neuer und Abstoßung alter Substanz) in ihnen ordentlich vor sich gehen kann. Zu langes und zu angestrengtes Thätigsein schadet hierbei ebenso wie andauerndes Nichtsthun. Bis zur äußersten Ermüdung fortgesetztes Bewegen kann recht leicht einen lähmungsartigen Zustand in den übermäßig angestrengten Theilen veranlassen.

Die **Ermüdung** der Muskeln kommt dadurch zu Stande: daß sich die Muskelzersetzungsproducte (Ermüdungsstoffe) im Muskel selbst anhäufen und daß der im Muskel vor der Arbeitsleistung aufgespeicherte, zu den Oxydationen dienende Sauerstoff verbraucht ist. Der Muskel ist nach seiner Arbeitsleistung in seinen physikalischen wie chemischen Eigenschaften ein wesentlich anderer als vor derselben, während der Ruhe. Er nimmt aber seine früheren Eigenschaften wieder an, sobald er einige Zeit lang ruht und von sauerstoffreichem Blute durchströmt wird. Besonders ist kräftigeres Athmen, welches nach der Bewegung eintritt und die Sauerstoffzufuhr zum Muskel vermehrt, ein bedeutendes Hülfsmittel zur Hebung der stattgehabten Ermüdung. — Am meisten wird durch die Ermüdung die normale Erregbarkeit und die elektromotorische Kraft des Muskels herabgesetzt. Sodann häufen sich Milchsäure und phosphorsaures Kali im ermüdeten Muskel an; erstere scheint, wegen ihrer großen Verwandtschaft zum Sauerstoff, dem Eiweiß den zu seiner Zersetzung nothwendigen Sauerstoff zu entziehen. In Folge von Neutralisation der Milchsäure durch das alkalische Blut und die Lymphe in der Ruhe wird die Ermüdung auch mit gehoben. Ausgiebige Athmungsbewegungen, durch welche das Blut sauerstoffreicher und der gesammte Blutlauf ein flotterer wird, haben insofern einen günstigen Einfluß auf die Hebung der Ermüdung, als sie mit Hülfe der gesteigerten Circulation die ermüdenden Stoffe rascher und vollkommener aus den Muskeln entfernen.

Um Bewegungen immer geschickter, schneller und kräftiger ausführen zu lernen, dazu gehört nun öftere Wiederholung (Gewöhnung) und **allmähliche** Steigerung derselben hinsichtlich der Dauer, Stärke und Schnelligkeit. Es bedarf gewöhnlich längerer Zeit der Uebung, ehe der Wille innerhalb des Gehirns gerade blos die Nervenfasern (und auch durch diese nur diejenigen Muskeln) in Thätigkeit versetzt, welche eben nur thätig sein sollen. Bei den meisten mit Vorsatz ausgeführten Bewegungen kommen gleichzeitig und ganz unwillkürlich, aber wegen ungeschickter Anregung auch noch anderer als der zu gebrauchenden Nerven von Seiten des Willens, noch eine Menge von Mitbewegungen in den verschiedensten Theilen zu Stande, wie die bisweilen höchst komischen Bewegungen bei Personen beweisen, welche Tanzen, Turnen, Fechten, Clavierspielen und andere complicirte Manipulationen erlernen. — Ebenso gelangen aber Gehirn, Nerven und Muskeln auch nur ganz allmählich durch gesteigerte Lebhaftigkeit ihres Stoffwechsels in Folge zweckmäßigen Gebrauches zu einer

größeren Kraft, weil sie dadurch an Menge und Güte ihrer Substanz gewinnen. Kurz, nur durch richtige Ernährung und richtigen Gebrauch (Uebung, Gewöhnung, Erziehung) des Hirnnerven- und Muskelsystems lassen sich geschickte und kräftige willkürliche Bewegungen erlernen. Das ganze Geheimniß aller Virtuosität beruht nach einem treffenden Ausspruch von Lazarus darauf, willkürliche Bewegungen zu unwillkürlichen, oder mit anderen Worten den Körper anstatt zu einem Instrumente, auf welchem man spielt, vielmehr zu einem, welches selbst spielt, zu machen.

Willkürliche Bewegungen (Turnübungen) können für den menschlichen Körper ebensowohl Vortheile wie Nachtheile haben; um beide richtig beurtheilen zu können, muß man die Wirkungen der Bewegungen während und nach ihrem Zustandekommen kennen. — **Beim Bewegen** selbst wird a) der gesammte Stoffwechsel befördert. — b) Durch Muskelzusammenziehungen wird ein Druck auf die benachbarten, zwischen den Muskeln verlaufenden Blut- und Lymphgefäße ausgeübt und so der Blut- und Lymphlauf befördert. Besonders ist diese Druckwirkung auf den Blutlauf in den Blutadern, in welchen das Blut zum Herzen hinströmt, gerichtet. — c) Die Thätigkeit willkürlicher Muskelnerven theilt sich in den Nervenmittelpunkten (besonders im Rückenmarke) den Nerven unwillkürlicher Muskeln mit und so entstehen Mitbewegungen in den Vegetationsorganen, wie im Herzen, den Athmungs- und Verdauungsapparaten, durch welche die Thätigkeit dieser Organe (der Blutlauf, das Athmen, die Verdauung) gefördert wird. — d) Die Bewegung fördert die Thätigkeit der Haut (beim Gehen geräth man in Schweiß). — e) Durch den Zug der Muskeln an den Knochen und Knorpeln, welche sie in Bewegung setzen und an welche sie angeheftet sind, wird auf die Ernährung und Gestaltung dieser einiger Einfluß ausgeübt; sie werden stärker und fester, die von ihnen umschlossenen Höhlen weiter. — f) Durch die Lenkung der Willensthätigkeit des Gehirns auf bestimmte Nerven und Muskeln scheint der übrigen (Verstandes-, Gemüths-, Gefühls-) Thätigkeit des Gehirns Einhalt gethan und so das Gehirn beruhigt, entlastet zu werden. Wahrscheinlich verlieren sich deshalb beim Turnen und überhaupt Bewegungmachen sehr oft drückende Geistes- und Gemüthsbeschwerden. — **Nach dem Bewegen** findet a) die Entfernung (Mauserung) der Ermüdungsstoffe statt. b) Der Blutfluß zu den gebrauchten Theilen steigert sich; die Muskeln schwellen an, es tritt frische Ernährungsflüssigkeit in das Gewebe, und dadurch kommt es c) zur Anhäufung von Sauerstoff und zur Bildung neuer Muskel- und Nervensubstanz, welche nach und nach an Masse und an Güte gewinnt.

Die **Vortheile**, welche Bewegungen haben, wenn sie dem Körper genau angepaßt sind, und mit dem richtigen Maß und Ziel sowie mit der nöthigen Vorsicht angestellt werden, sind nach dem Gesagten etwa folgende: 1) die Willensthätigkeit des Gehirns lernt leichter und besser vor sich gehen, es bildet sich ein kräftiger Wille mit Unerschrockenheit aus. — 2) Das Gehirn wird von psychischem Drucke entlastet, in Folge der ableitenden Anregung seiner Willensthätigkeit. — 3) Der Schlaf wird befördert, wegen Verbrauch von Sauerstoff und Hirnsubstanz, die sich dann, neben Sauerstoffaufspeicherung im Schlafe restaurirt. — 4) Die Musculatur gewinnt an Stärke Kraft, Ausdauer und Geschicklichkeit bei ihrer

Thätigkeit, theils durch die bessere Ernährung, theils durch die Uebung derselben. Jede Verbesserung der allgemeinen Muskelernährung macht aber ihren Einfluß auch auf das Herz geltend, hebt dessen Energie und fördert den gesammten Blutlauf. — 5) Es wird Hunger und Durst erzeugt, in Folge des Verbrauchs von Muskel- und Nervensubstanz, sowie durch die Vermehrung flüssiger Absonderungen (besonders des Schweißes und Harns). — 6) Die zur Unterhaltung der Ernährung (des Stoffwechsels) nöthigen Processe werden bethätigt, wie der Blutkreislauf, die Verdauung, der Speisesaft- und Lymphfluß, das Athmen, die Ab- und Aussonderungen, die Wärmeentwickelung. Es giebt kein besseres Mittel zur Hebung von Blutstockungen (Congestionen), Verstopfungen, von Unthätigkeit der Haut u. s. f., als zweckmäßiges Bewegen. — 7) Das Gerüste des menschlichen Körpers wird besser entwickelt; die Knochen werden stark und fest, die Brust- und Bauchhöhle gehörig umfänglich, die Wirbelsäule wohlgestaltet.

Die **Nachtheile**, welche Bewegungen dann haben können, wenn sie unzweckmäßig angestellt werden, sind folgende: 1) lähmungsartige Schwäche in Folge von Ueberanstrengungen. — 2) Widernatürliche Ernährung des Bewegungsapparates, die nur auf Kosten der Ernährung anderer Organe und besonders auch auf Kosten der Verstandes- und Gemüthsthätigkeit des Gehirns zu Stande kommt. — 3) Zu starker Blutverbrauch und deshalb Blutarmuth und Bleichsucht. — 4) Herzvergrößerung mit beschwerlichem Herzklopfen, in Folge zu häufiger und starker Anregung desselben. — 5) Widernatürliche Ausdehnung der Lungen mit Athembeschwerden, durch unzweckmäßige Brustübungen. — 6) Mißgestaltung des Körpers, wenn nur gewisse und nicht alle Muskelgruppen desselben richtig gebraucht werden. Manche breitschultrige, dünnbeinige Turner, sowie die dickbeinigen und schmalbrüstigen Tänzerinnen beweisen dies.

**Zweckmäßige Bewegungen**, welche die oben aufgezählten Vortheile bringen, lassen sich nur dann anstellen, wenn man die Körperbeschaffenheit, die Lebensweise und gewisse Erscheinungen während des Bewegens gehörig beachtet. — a) Was die Körperbeschaffenheit betrifft, so ist hierbei vorzugsweise der Ernährungszustand, der Muskel- und Knochenbau, sowie die Blutmenge zu berücksichtigen. Es ist sehr nachtheilig, wenn sich magere blasse, blutarme Personen dieselben Bewegungen zumuthen, wie robuste, denn sie müssen dadurch nur immer blutärmer werden. Kranke dürfen nie nach eigenem Gutdünken stärkere Bewegungen vornehmen, sondern müssen sich immer erst einer genauen ärztlichen Untersuchung unterwerfen. — b) Die Lebensweise verlangt insofern Berücksichtigung, als die Kost, Beschäftigung, das geschlechtliche Verhältniß von bestimmendem Einfluß ist. — c) Die Erscheinungen während des Bewegens, welche vorzugsweise in's Auge gefaßt

und zur Regulirung der Bewegungen benutzt werden müssen, sind: das Herzklopfen, welches nie zu schleunig und sehr stark sein darf; das Athemholen, welches weder jagen noch sehr kurz (oberflächlich) vor sich gehen sollte; die Gesichtsfarbe, wenn sie sehr roth (bläulich) oder bleich wird oder schnell wechselt; das Erhitztsein und Schwitzen der Haut, wenn es einen hohen Grad erreicht; unangenehme Empfindungen von sehr großer Abspannung, Kopfschmerz, Schwindel, Brustbeklemmung u. dergl.

Im Allgemeinen lassen sich etwa folgende **Bewegungsregeln** aufstellen: 1) Man entferne alle beengenden Kleidungsstücke während des Bewegens, vorzüglich enge Hals- und Brustbekleidungen. — 2) Alle Muskeln müssen möglichst gleichmäßig geübt werden, deshalb sind alle nur möglichen Bewegungen in allen Gelenken des Körpers, natürlich in passender Abwechselung, vorzunehmen, und nicht blos einzelne Muskelgruppen vorzugsweise auszubilden. Vorzüglich verlangen die Athmungs- und Bauchmuskeln die gehörige Bethätigung. — 3) Die Bewegungen sind nicht bis zur äußersten Ermüdung fortzusetzen, sondern man höre damit auf, sobald das Ermüdungsgefühl als unangenehm empfunden wird. — 4) Nach und zwischen den Bewegungen ruhe man ordentlich aus, bis das Ermüdungsgefühl verschwunden ist. — 5) Die Kraft und Dauer der Bewegungen ist nur ganz allmählich zu steigern; wenn die Muskeln durch lebhaftere Ernährung an Stärke richtig zunehmen sollen. — 6) Es ist bei und nach dem Bewegen auf gute Luft und kräftiges Athmen zu halten, da tiefes Ein- und kräftiges Ausathmen nicht blos auf den Luftwechsel in der Lunge, sondern auch auf den Blut-, Speisesaft- und Lymphlauf, sowie auf den Verdauungsproceß von wesentlichem Einfluß ist. — 7) Man passe die Bewegungen immer genau den Umständen an; sie sind zu mäßigen, wenn zu schnelles und starkes Herzklopfen, sowie kurzes und jagendes Athmen dabei eintritt, wenn sich widernatürliche und unangenehme Empfindungen (besonders Kopfschmerz und Schwindel), Blässe, Abmagerung, auffallender Farbenwechsel, starke Erhitzung und Schweißabsonderung einstellen. Ganz vorzüglich sollen Blutarme, Herz- und Brustkranke nur mit großer Vorsicht Bewegungen vornehmen. — 8) Kurz vor und nach stärkeren Bewegungen esse man nicht, weil dadurch der Verdauung Eintrag geschehen kann. — 9) Bei und nach dem Bewegen vermeide man Erkältungen, da diese sogen. Erkältungs-, besonders Herzkrankheiten nach sich ziehen können.

In allen Lebensaltern sind **passende** Bewegungen des Körpers (gymnastische oder Turnübungen) von ausgezeichnet gutem Einfluß auf das Gedeihen unserer Gesundheit, abgesehen davon, daß sie den Körper auch wohlgestaltet, kräftig, dauerhaft und geschickt machen können. Aber freilich müssen die Bewegungen auch jedem

einzelnen Körper richtig angepaßt werden, wenn sie nicht mehr Nachtheile als Vortheile bringen sollen. In den Händen von Turnfanatikern, welche meinen, der Mensch lebe nur um Turner zu sein, sowie unter Turnlehrern, die sich um die Einrichtungen im menschlichen Körper wenig oder gar nicht kümmern, werden Turnanstalten nun und nimmermehr zum Wohle der Menschheit beitragen. Besonders wichtig ist das Turnen für die weibliche Jugend, die schon durch die Sitte gehindert ist, sich so herum zu tummeln wie die Knaben. Das Turnen ist zugleich das beste Mittel, die vorzeitige Steigerung des Nervenlebens, die zu vielfachen Krankheiten Veranlassung giebt, zu verhindern und die Willenskraft zu kräftigen. — Auch bei vielen Krankheitszuständen unterstützen geregelte Bewegungen die Heilung sehr bedeutend. Nur traue man den unwissenden, einseitigen, schwedisch-gymnastischen Charlatanen nicht, welche, allen im kranken menschlichen Körper herrschenden Gesetzen zum Hohne, womöglich jedes Uebel durch lächerlich benannte Turnübungen heilen wollen.

Wer verhindert ist, sich die nöthige Bewegung durch körperliche Arbeit, tägliches Spazierengehen oder durch Besuchen eines Turnplatzes zu verschaffen, der mache wenigstens im Garten oder bei offenem Fenster im Zimmer methodische Freiübungen. Anleitung dazu findet sich in Dr. Schrebers Zimmergymnastik und in dem Hantelbüchlein von Kloß.

Am heilsamsten erweisen sich **Bewegungskuren**, wie aus dem oben über die Vortheile des Bewegens Gesagten hervorgeht: 1) bei Muskel-, Nerven- und Willensschwäche, wo man aber natürlich neben der richtigen Ernährung der betheiligten Organe ja recht allmählich von den schwächeren und einfacheren Bewegungen zu den stärkeren und zusammengesetzteren übergehen muß, damit nicht durch Ueberanstrengung Blutarmuth und Schwäche erzeugt werde. — 2) Bei Unterleibsbeschwerden (besonders in Folge sitzender Lebensweise) sind Bewegungen, zumal solche, welche die Bauchmuskeln anspannen, insofern von dem besten Erfolge begleitet, weil sie die Magen- und Darmbewegungen bethätigen und dadurch Verstopfungen und Blähungsbeschwerden heben; weil sie ferner den Pfortaderblutlauf, sowie den Speisesaftzufluß zum Milchbrustgange und Blute befördern und so Stockungen (Hämorrhoiden) wirksam entgegentreten. — 3) Auf Lungen- und Herzleiden üben Bewegungen im Allgemeinen einen weit weniger günstigen Einfluß als auf Unterleibsleiden aus. Nur um einen schmalen und engen Brustkasten seinen Lungen geräumiger und die Athmungsmuskeln zum Athmen tüchtiger zu machen, dazu können sie viel beitragen. Hustende und Personen mit starkem Herzklopfen haben die allergrößte Vorsicht bei Bewegungen anzuwenden. — 4) Hirn- und Nervenaffectionen, wenn sie nicht auf einer mangelhaften Ernährung und Ueberreizung des Nervensystems beruhen, werden durch Bewegungen nicht selten gehoben oder doch gebessert. Am meisten läßt sich von ihnen bei Hypochondrie, Melancholie und Hysterie, bei Schlaflosigkeit, Mißmuth und Gemüthsverstimmungen erwarten. Auch bei Geisteskrankheiten werden neuerlich active wie passive Bewegungen wohlthätig gefunden und lähmungsartige Zustände werden bisweilen durch dieselben wesentlich gebessert. — 5. Störungen im Blutlaufe der verschiedenen Organe (besonders bei sogen. Vollblütigkeit) sind durch Bewegungen, zumal wenn diese alle Muskeln in Thätigkeit versetzen

und mit kräftigen Ein- und Ausathmungen verbunden werden, häufig zum Weichen zu bringen. — 6) *Zur Verbesserung des Blutes* (z. B. bei Gicht und Rheumatismus, Vergiftungen, Säuferkrankheit) tragen Bewegungen neben den übrigen diätetischen Hülfsmitteln viel bei. — 7) Zu reichlicher Fettansatz wird neben zweckmäßiger Nahrung (s. S. 523) am besten durch reichliche Bewegung verhütet oder beseitigt. — 8) Bei *Verkrümmungen*, besonders der Wirbelsäule, die meistens von Muskelschwäche herrühren und deshalb bei bleichsüchtigen Mädchen so häufig vorkommen, sind zweckmäßig angeordnete Bewegungen in den meisten Fällen äußerst vortheilhaft; heilen sie die Verkrümmung in der Regel auch nicht vollständig, so bessern sie dieselben doch oder verhüten ihre weitere Ausbildung. — 9) Gegen die nach der *chronischen Gicht* und *Rheumatismus* häufig zurückbleibende *Steifigkeit der Gelenke* werden zweckmäßige passive und active Bewegungen namentlich in Verbindung mit der sogen. *Massage* (d. i. knetenden, streichenden und klopfenden Manipulationen) häufig mit bestem Erfolge angewandt. Zu passiven Bewegungen hat man auch sehr zweckmäßige Maschinen construirt. — *Nochmals sei erwähnt, daß nicht genug auf passende Ruhe nach und zwischen den Bewegungen geachtet werden kann.*

Das **Turnen** (mit seinen Frei-, Stütz- und Hangübungen) ist allen anderen Bewegungen (wie dem Fechten, Schwimmen, Tanzen, Reiten, Spazierengehen) weit vorzuziehen, nur muß es mit Beachtung der oben angegebenen Vorsichtsregeln geschehen, wenn es nicht nachtheilig sein soll. — *Das Tanzen*, bei welchem ebenfalls die obigen Regeln zu beachten sind, ist eine heilsame Bewegung, sobald es nur nicht zu lange währt und mit Verlust von Schlaf verbunden ist, nicht in heißer, staubiger und verdorbener Luft, in engen Kleidungsstücken und unter Genuß spirituöser Getränke geschieht. Am meisten ist beim Tanzen eine Erkältung der Haut und des Athmungsapparates zu fürchten, weshalb aller schroffer Temperaturwechsel sorgfältig zu vermeiden ist. Ueber den kalten Trunk beim Tanzen s. S. 526. Auch das *Schlittschuhlaufen* ist eine auch dem weiblichen Geschlechte sehr zu empfehlende Bewegung, welche dem Körper nicht nur Kraft und Gewandtheit verleiht, sondern auch alle Functionen des Körpers und den gesammten Stoffwechsel fördert und auch auf das Gemüth einen außerordentlich erfrischenden Einfluß übt. Ebenso ist das *Schwimmen* eine äußerst heilsame Bewegung, welche namentlich die Brust-, Arm- und Beinmuskulatur in Anspruch nimmt, die Brust ausgiebig erweitert und beiden Geschlechtern nicht eindringlich genug empfohlen werden kann. *Das Reiten* vermag theils durch die mechanische Erschütterung des Körpers, theils durch die zur Erhaltung des Gleichgewichtes nöthige active Muskelanspannung die Blutcirculation, Herzthätigkeit und Athmung zu fördern, sowie die Functionen der großen Unterleibsorgane anzuregen, weshalb es Stubensitzern und Hypochondern vielfach empfohlen wird; freilich vermag es das Turnen und andere gymnastische Uebungen nicht zu ersetzen. — *Das Fahren auf Velocipèdes* ist dem Turnen zu vergleichen und verlangt, ebenso wie dieses, eine ganz allmähliche Steigerung im Betriebe und ja keine Uebertreibung, besonders aber gehörige Pausen zwischen der Anstrengung.

*Das Arbeiten an der Nähmaschine*, wobei arme, meist blutarme Arbeiterinnen viele Stunden lang mit den Füßen abwechselnd das Pedal treten, während auch die Muskeln der Arme und des Rumpfes angestrengt werden, ist im höchsten Grade schädlich, wenn es nicht mit den gehörigen Pausen stattfindet und dabei eine reichliche zweckmäßige Nahrung genossen wird. Es ist deshalb menschlich, zumal in größeren Etablissements, durch Dampf die Nähmaschinen in Thätigkeit zu setzen oder, bei der Hausindustrie, selbstthätige Nähmaschinen in Gebrauch zu nehmen, welche durch elektrische Motore bewegt werden. Leider sind bei den letzteren für den Gebrauch der armen Näherin die Kosten an Zink und Säure zu groß.

# Pflege des gesunden Menschen in den verschiedenen Lebensaltern.

Von seiner Geburt an bis zu seinem natürlichen Tode durchlebt der Mensch folgende Lebensabschnitte (s. S. 397): das Neugebornen-, Säuglings-, Kindes-, Jugend-, Jünglings- (oder Jungfrauen-), Mannes- (Frauen-) und Greisenalter; oder: einen Zeitraum der Unreife, der Reife und des Welkens. In jedem dieser Lebensabschnitte zeigen sich gewisse Eigenthümlichkeiten, ebensowohl in Bezug auf den gesunden, wie auf den kranken Zustand des Körpers, und deshalb verlangt auch jedes Lebensalter seine bestimmte diätetische Behandlung für Körper und Geist.

## I. Das Alter des Neugebornen.

Sobald der Mensch das Licht der Welt, in der Regel mit einem wehklagenden Schreie, erblickt, tritt er in den Stand des **Neugebornen** und wird ein solcher während seiner ersten 6 bis 8 Lebenstage genannt, überhaupt so lange, als er noch die Reste des Nabelstranges an sich trägt. Im Anfange dieser Zeit findet im kindlichen, noch allen Ebenmaßes entbehrenden Körper insofern eine große Revolution statt, als verschiedene Organe, welche vor der Geburt unthätig waren, vorzüglich die Lungen und die Verdauungsorgane, in Thätigkeit treten und andere, wie die Kreislaufsorgane, das Nervensystem, der Harn- und Hautapparat, ihre Thätigkeit ändern, noch andere Organe aber ihre Thätigkeit ganz einstellen. Nicht selten kommt freilich diese Revolution gar nicht oder nur theilweise und in falscher Weise zu Stande, und dann stirbt gewöhnlich das Kind bald nach der Geburt wieder, aus angeborner Lebensschwäche, wie man zu sagen pflegt. Es soll in Städten etwa der zehnte Theil der Neugebornen dem Tode verfallen und hierbei die Sterblichkeit unter den Knaben größer als unter den Mädchen sein. Man glaube aber nun ja nicht etwa, daß die große Sterblichkeit unter den Neugebornen wie auch unter den Säuglingen eine natürliche, durch die Zartheit des kindlichen Organismus bedingte sei; sie ist fast nur die Folge der vielen Fehler in der Behandlung der Kinder von Seiten der Eltern.

Das neugeborne Kind ist im Durchschnitte 50 Ctm. lang und 3—4 Kilogramm schwer; in den nächsten Tagen nach der Geburt, meist bis zum 3. und 4. Tage, verlieren alle Kinder etwa 175 Gramm an Gewicht und erreichen das ursprüngliche Gewicht meist am 7. oder 10. Tage wieder. Bei nicht reifen Kindern und bei künstlicher Ernährung dauert die Abnahme meist länger als 4 Tage und ist auch etwas stärker.*) Der Neugeborne verlebt

*) Die Wägungen des Kindes sind der einzig sichere Nachweis für die Beurtheilung der Tauglichkeit einer bestimmten Nahrung des Kindes (Muttermilch, Ammenmilch, künstliche Ernährung). Weiteres s. bei Pflege des Säuglings.

seine Zeit größtentheils im Schlafe und wird nur durch Eindrücke auf seine Empfindungsnerven zum Schreien gezwungen, was ebensowohl die Angehörigen auf die Bedürfnisse des Kindes aufmerksam macht, wie gleichzeitig auch den Athmungsapparat desselben kräftigt. Diese Eindrücke auf die Empfindungsnerven des Kindes (wie Nahrungsmangel, Nässe, Kälte, Luft- und Stuhlanhäufung in Darme und dergleichen) rufen nun aber nicht etwa Empfindungen, weder angenehmer noch unangenehmer Art (Schmerzen) im Innern desselben hervor, denn das Bewußtseinsorgan, durch welches man empfindet, das Gehirn nämlich, ist zur Zeit noch gar nicht so ausgebildet, daß es empfinden könnte. Das Schreien wird ohne alle Empfindung blos dadurch veranlaßt, daß die Nervenfäden, welche in der späteren Zeit allerdings zum Bewußtwerden der Empfindungen an den verschiedenen Stellen des Körpers dienen, jetzt nur diejenigen Nervenfäden, welche das Schreien veranlassen, in Thätigkeit versetzen, ohne aber im unentwickelten Gehirne, wie später, gleichzeitig Empfindungen erregen zu können. Das Schreien bei kleinen Kindern, wobei dieselben also keine Schmerzen oder überhaupt Empfindungen haben können, ist sonach wie das Thun und Treiben Chloroformirter ein unbewußtes und, in Folge der Nerveneinrichtung (Gesetz des Reflexes s. S. 166) in unserm Körper, ein erzwungenes. Es giebt dieses Schreien der Mutter die Andeutung, daß das Kind irgend Etwas bedarf und dieses Etwas, die Quelle des Schreiens oder der Ort und die Art des Eindruckes auf gewisse Empfindungsnerven, ist dann zu ergründen. Die gewöhnlichste Veranlassung des Schreiens bei gesunden Kindern ist, abgesehen von der Einwirkung der atmosphärischen Luft in der ersten Zeit des Lebens, Nahrungsmangel, sodann ein nasses kaltes Lager und zuweilen auch noch Luft- und Kothanhäufung im (dicken) Darme. Es wird deshalb das Schreien zumeist auch recht bald durch ein Trinkenlassen oder ein warmes trockenes Lager und, hilft beides nicht, durch einfaches Klystier von warmem Wasser gestillt. Dauert das Schreien trotzdem noch fort, so ist es entweder ein krankhaftes oder auch schon, wenigstens bei etwas älteren Säuglingen, eine schlechte Angewöhnung.

Die hauptsächlichsten Bedürfnisse des Neugebornen, der übrigens im ersten Bade genau zu untersuchen ist, um seine normale oder vielleicht abnorme Beschaffenheit kennen zu lernen, sind: passende Nahrung und Luft, sowie Wärme und Schutz vor äußeren Schädlichkeiten. Hat man das Kind in warmem Wasser (+ 28° R.) gebadet und angezogen, so reiche man demselben etwas Zuckerwasser (nicht Rhabarbersäftchen), um den im Munde befindlichen Schleim zu entfernen. — Man gewöhne das Kind ja nicht an das Umhergetragenwerden, an das Wiegen und Schaukeln, denn diese Bewegungen sind dem Kinde nicht zuträglich und legen zugleich den ersten Grund zum Ungezogen- und Trotzigwerden, sondern lasse dasselbe ganz ruhig in seinem weichen, warmen und trockenen Lager liegen; dasselbe bestehe am besten aus einer mit wasserdichter Unterlage überdeckten Matratze (Spreusäckchen), auf welche das Kind im lose umgelegten Wickelbettchen gelegt wird. Dem Kopf wird am besten ein Roßhaarpolster untergelegt. Je nach der Jahreszeit bedecke man das eingewickelte Kind mit einem leichten Federbett, einer Steppdecke oder gar nicht. Dieses Lager kann in einem Korbe (welcher nicht auf die Erde zu setzen ist, da dort die Luft kälter und kohlensäurereicher sein kann) oder in einer Bettstelle sein und muß so gestellt werden, daß das Kind von dem Lichte abgewendet

liegt; auch kann es zum Schutze der Augen ein dunkelfarbiges Schirmdach haben, von welchem ein dunkler Schleier herabhängt, um das Kind vor Fliegen, Staub ꝛc. zu schützen, doch darf hierdurch der Zutritt der Luft nicht behindert und der Kopf nicht zu warm eingehüllt werden. — Zu sogenannten Saug- oder Nutschbeuteln Zulpen darf eine vorsichtige und gewissenhafte Mutter nie greifen, um das schreiende Kind zur Ruhe zu bringen, da durch diese Hülfsmittel sehr leicht Krankheiten im Verdauungsapparate veranlaßt werden. Auch die moderne Gewohnheit, dem Kinde einen durch einen Kork auseinander gehaltenen Gummisauger (Saughütchen) zur Beruhigung in den Mund zu stecken, ist ganz entschieden zu verwerfen und hat schon wiederholt durch zu kräftiges Ansaugen den Erstickungstod des Kindes herbeigeführt. — Was die Nahrung des Neugebornen betrifft, so ist die Milch der Mutter die zweckmäßigste; weniger tauglich ist Ammen- und Kuhmilch. Das Darreichen von etwas Anderem aber als Milch (besonders Kamillenthee und einem abführenden Säftchen) gestatte man der Kinderfrau durchaus nicht. Daß eine gesunde Mutter ihr neugebornes Kind selbst stillen soll, wenigstens die erste Zeit seines Lebens, bedarf als eine dem Kinde wie der Mutter heilsame Natureinrichtung keiner weiteren Besprechung. Es stehe eine Mutter nur nicht gleich vom Stillen ab, wenn auch in den ersten Tagen die Milchabsonderung noch nicht eine sehr reichliche ist; sie kann es ja auch ruhig abwarten, da der Neugeborne nicht gleich in seinen ersten Lebenstagen sehr viel Nahrung bedarf. Etwa 12 bis 16 Stunden nach der Geburt, nachdem die Entbundene Ruhe genossen hat, lege man das Kind an die Brust, auch wenn noch keine Milch da ist; das Kind zieht die Milch allmählich hervor und macht auch die Warzen zum Stillen geschickt; es muß aber dieser erste Stillversuch nicht zu lange fortgesetzt werden. Uebrigens gebe man dem Kinde regelmäßig, aber nicht zu oft, alle 2 bis 3 oder 4 Stunden Nahrung und lasse dasselbe sich satt trinken. — Sollte eine Mutter aber wirklich nicht stillen können oder ihres Körperzustandes wegen nicht dürfen, was aber nur der Arzt zu bestimmen hat, dann ersetzt Ammenmilch (siehe beim Säugling) am besten die Stelle der Muttermilch. Da bei der Wahl der Amme auf Mancherlei, was der Laie nicht zu beurtheilen im Stande ist, Rücksicht genommen werden muß, so sollte man diese Wahl nur gewissenhaften Aerzten überlassen. Daß übrigens die stillende Amme hinsichtlich ihrer Ernährung, ihrer Arbeit und Behandlung, des Kindes wegen gerade so wie die Mutter, wenn diese stillte, gehalten werden muß, versteht sich zwar von selbst, wird aber sehr oft von Frauen, welche Dienstboten für Sklaven ansehen, vergessen. Wo nun aber weder Mutter- noch Ammenmilch dem neugebornen Kinde gereicht werden kann, da darf das Kind durch kein anderes Nahrungsmittel als durch warme Thiermilch ernährt werden, nur muß man diese durch Zusatz von

Wasser und Milchzucker der Menschenmilch soviel als möglich ähnlich zu machen suchen (s. später beim Säugling). Am meisten gleicht die Eselsmilch der Menschenmilch; dieser zunächst steht die Kuhmilch. Vortheilhaft ist es, die ersten Tage nach der Geburt dem Kinde blos süße Molken zu reichen, um dadurch die etwas abführende Wirkung der ersten ganz dünnen Muttermilch (Colostrum) zu ersetzen und so die Entleerung des zähen, dunkelgrünen Kindspeches aus dem Darmkanale zu befördern. Die sogen. Liebig'sche Suppe kann bei Neugebornen die Milch nicht ersetzen. — Die Luft, welche der Neugeborne einathmet, sei gleichmäßig warm (+ 15—16° R.) und rein, bei Tage und bei Nacht; kalte und Zugluft, Staub, Rauch, Kohlen-, Torf-, Wäsch- und Schweißdunst müssen sorgfältig ferngehalten werden, wenn sich nicht Krankheiten im Athmungsapparate und im Blute des Kindes entwickeln sollen. Diese reine Luft muß das Kind nun aber auch ungehindert und tief einathmen können, und deshalb darf die Brust und der Bauch desselben nicht fest eingewickelt, Mund und Nase nicht verdeckt werden. — Wärme, natürlich keine übermäßige, ist eine unentbehrliche Bedingung zum Gedeihen und Gesundbleiben des Neugebornen; sowie derselbe warme Luft zum Athmen bedarf, so verlangt er auch eine warme Umhüllung. Kalte, feuchte Wäsche erzeugt sehr leicht Krankheit, ebenso Kühlwerden des Kindes beim Trockenlegen, Umziehen, Waschen und Baden desselben. Da die Haut noch sehr zart ist, so sehe man auch darauf, daß die Wäsche, welche dem Körper unmittelbar, aber nicht etwa zu fest, anliegt, weich und fein ist, denn bei harter, grober Umkleidung wird durch Reibung leicht rosenartige Entzündung oder Ausschlag erzeugt. — Oefters Reinigung der Haut, durch warme (etwa 5 Minuten dauernde) Bäder (von + 28° R.) oder Waschungen, dürfen deshalb nicht unterlassen werden, weil die Haut des Neugebornen von früher her noch mit Materien (Käseschleim) überzogen ist, welche der Hautthätigkeit hinderlich sind. Ueberhaupt unterstützt große Reinlichkeit, eben in Bezug auf den Körper wie auf die Umhüllung des Kindes, das Gedeihen desselben gar sehr. In durchnäßter Windel wird ein Kind gewöhnlich sehr bald unruhig, und nur wenn es durch Trägheit und Unachtsamkeit der Mutter oder Wärterin allmählich daran gewöhnt wird, bleibt es auch in der Nässe ruhig und ist dann später nur schwer an Reinlichkeit in dieser Beziehung zu gewöhnen. Besonders sind diejenigen Stellen des Körpers, wo die Haut Falten macht und Reibungen, sowie Schweiß, Urin und dergl. ausgesetzt ist (After, Geschlechtstheile, Kniekehle, Achselhöhle, Hals), äußerst rein zu halten und beim Waschen die Falten gehörig auseinander zu machen. Bei dem ersten Entstehen rother Stellen sind diese mit kühlem Wasser öfters abzutupfen und ein mit frisch ausgelassenem Rindstalg, Coldcream, Zinksalbe oder Vaseline bestrichenes Leinwandläppchen dazwischen zu legen.

Austrocknende Streupulver, zumal bleiweißhaltige, sowie Bleiwasser (Goulard'sches Wasser) sind hierbei nicht anzuwenden; nur wenn die Stellen sehr nässen, bestreue man sie mit einem Streupulver aus 1 Theil Zinkweiß und 5 Theilen fein gepulverter Stärke. Auch die gehörige Reinigung der Mundhöhle und der Augen des Kindes (siehe S. 580) werde nicht vernachlässigt. — Die richtige Behandlung des Nabels, obschon sie eine Sache der Kinderfrau geworden ist, muß doch auch von der Mutter gekannt und beaufsichtigt werden, da gar nicht selten durch Mißhandlungen des Nabelschnurrestes oder des eiternden Nabels tödtliche Blutungen und Entzündungen (gewöhnlich mit Gelbsucht) hervorgerufen werden. Man wehre deshalb jedem Versuche, die Trennung des Nabelschnurrestes zu beschleunigen, vermeide jedes Dehnen und Zerren daran, sowie jeden stärkeren und anhaltenden Druck; den nach Abfall des Nabelstranges noch eiternden Nabel reinige man ja recht oft durch Auftröpfeln lauen Wassers und sanftes Abtupfen und belege ihn dann öfters mit einem feinen weichen Leinwandläppchen, welches mit frischem ausgelassenen Talge oder reinem Olivenöle bestrichen ist. Stärkere Entzündung und Eiterung oder gar Verschwärung lasse man vom Arzte behandeln. — Des gehörigen Schutzes und der richtigen Behandlung bedürfen bei Neugebornen nun vorzugsweise noch die Sinneswerkzeuge und zwar ganz besonders das Auge. Denn da die Sinnesnerven und das Gehirn noch äußerst weich und zart sind, so können starke Eindrücke auf dieselben sehr leicht Lähmungen (Blindheit, Taubheit) oder doch wenigstens Schwäche der Sinne hervorrufen. Es sind deshalb starke und grelle Töne, sehr helles Licht und starke Gerüche vom Kinde abzuhalten. Wie das Auge des Neugebornen zu behandeln ist, wurde S. 580 besprochen.

Fassen wir nun das, was eine Mutter oder ihre Stellvertreterin bei einem neugebornen Kinde zu beachten hat, kurz zusammen, so ergeben sich folgende Regeln: Der Neugeborne erhalte eine reine, trockene, warme, lockere und zarte Umhüllung, trinke passende Milch, athme bei Tag und Nacht eine warme reine Luft ein, werde in jeder Beziehung rein gehalten und vor allen stärkeren Sinneseindrücken, sowie überhaupt vor äußeren Schädlichkeiten geschützt. Werden diese Regeln gehörig befolgt, dann wird ein neugebornes Kind, wenn es sonst gesund geboren wurde, nicht leicht von Krankheiten befallen. Ueber die Krankheiten des Neugebornen s. später; über die Augenentzündungen Neugeborner s. S. 579.

**Gesündigt** gegen den Neugebornen wird häufig: durch zu festes Einwickeln, nicht gehörig warmes, trockenes und reines Lager und zu warme Kopfbedeckung; — durch das unvernünftige Schaukeln und Wiegen; — durch Darreichen von abführenden Säftchen, Zulpen, (Saug- oder Nutschbeuteln, Gummisaugern); — durch ungenügende

Reinigung der Saugflaschen und Milchgefäße; — durch Einfallenlassen zu grellen Lichtes in die Augen und falsche oder unzureichende Reinigung dieser Sinnesorgane; — durch rauhe und unreine, übelriechende Luft zum Athmen; — durch Erkältung beim Baden; — durch zu geringe Sorgfalt und Reinlichkeit bei Behandlung des Nabels; — durch unreine feuchte Wäsche und Umgebung.

## II. Säuglingsalter.

Aus dem Alter des Neugebornen tritt der Mensch in das des Säuglings, und dieses begreift, mit Ausnahme der früheften Lebenstage, die ersten 9 bis 12 Monate nach der Geburt in sich, sonach die Zeit, während welcher das Kind von der Mutter gesäugt werden soll. In dieser Lebensepoche, in welcher jedenfalls schon die Erziehung durch richtige Gewöhnung beginnen muß, werden sehr oft so arge Verstöße gegen die Behandlung, zumal gegen die Ernährung des Kindes gemacht, daß dasselbe entweder zeitlebens an den Folgen derselben zu leiden hat oder daran sehr bald zu Grunde geht.

Die wichtigsten Momente im Säuglingsalter sind das allmähliche Erwachen der Sinne, dem alsdann die ersten Spuren des Verstandes, der Sprache und willkürlichen Bewegung, das Aufmerken und Lächeln zu verdanken sind, und der Ausbruch der Zähne im 7., 8. oder 9. Monate. Der Körper des Säuglings gewinnt in Folge von Fettablagerung an Rundung, seine Musculatur (das Fleisch) wird nach und nach kräftiger, die Haut derber, die Knochen härter und die große Neigung zum Schlafen nimmt immer mehr ab. Der weichen, wässerigen Beschaffenheit der Hirnsubstanz wegen ziehen stärkere, besonders krankhafte Reizung der zum Gehirn leitenden Sinnes- und Empfindungsnerven, durch Uebertragung ihrer Reizung auf Bewegungsnerven, sehr leicht widernatürliche Bewegungen nach sich und deshalb werden Säuglinge häufig auch bei ganz unbedeutenden Krankheitszuständen, von Krämpfen (Convulsionen) befallen, die sonach in diesem Lebensalter weniger gefährliche Erscheinungen als im späteren Leben sind. Am Schädel des Säuglings befindet sich vorn in der Mitte über der Stirn eine dünne, nicht verknöcherte Stelle, die große oder Stirnfontanelle (das Blättchen s. S. 126), welche sich erst gegen Ablauf des 2. Lebensjahres schließen darf, wenn das Verstandsorgan, nämlich das in der Schädelhöhle verborgene Gehirn, und der Schädel nicht in ihrem Wachsthume gestört und das Kind schwachsinnig werden soll. — Von Seiten der Eltern ist bei der Erziehung des Säuglings ebensowohl auf die körperliche, wie auch schon auf die geistige Entwickelung große Aufmerksamkeit zu verwenden; in ersterer Hinsicht kommt vorzugsweise die Ernährung und Vermeidung von Krankheiten in Betracht, in letzterer findet das Gesetz der Gewohnheit und Nachahmung seine Anwendung.

Der Säugling wächst um 14—18 Ctm., also zu einer Länge von 64—68 Ctm., während sein Gewicht sich um 6—7 Kilogr. bis zu 10 Kilogr. vermehrt. Von dem achten Tage an muß das Kind während der ersten vier Monate täglich um 20—25 Gramm, und nach den ersten fünf Monaten um 10—15 Gramm täglich an Gewicht zunehmen. Zahlreiche von Aerzten ausgeführte Wägungen haben ergeben, daß kein

Kind, welches in dem ersten und selbst bis zu Ende des zweiten Lebensmonates nicht zum Wenigsten um 17,5 Gramm täglich an Gewicht zunimmt, vollkommen gesund, regelmäßig entwickelt sein, oder entsprechende und hinreichende Nahrung erhalten könne. Es ergiebt sich hieraus die Wichtigkeit öfter (etwa allwöchentlich) wiederholter Wägungen der Säuglinge, welche genaue und zuverlässige Auskunft darüber geben, ob ein Kind bei einer bestimmten Ernährung gedeiht oder hinter dem seinem Alter entsprechenden Gewichte zurückbleibt.

Die **Nahrung** des Säuglings darf nur Milch sein und zwar die der Mutter, wenn nicht gewichtige Gründe derselben das Stillen verbieten. Man sollte aber zur Beurtheilung der Wichtigkeit dieser Gründe stets den Arzt zu Rathe ziehen, da in jedem einzelnen Falle die ernstlichste Erwägung nöthig ist. Im Allgemeinen läßt sich nur sagen, daß es weder für die Mutter noch für das Kind von Vortheil, aber wohl von Nachtheil ist, wenn kraftlose, blutarme, kurzathmige und hustende, überhaupt an irgend einem chronischen Uebel leidende Frauen stillen. Ebenso sollten auch Mütter, welche schon mehrere Kinder verloren haben, die sie selbst stillten, ferner Mütter, welche während des Stillens bleich (blutarm), mager, kraftlos und sehr reizbar werden, sodann diejenigen, denen das Saugen des Kindes heftige Schmerzen verursacht, die von der Brust zum Rücken und Kopfe ziehen, alle diese sollten, zumal wenn sie nicht bei gutem Appetite sind, vom Stillen ablassen. Stillt nun aber eine Mutter, dann hat sie auch die Verpflichtung, Alles zu vermeiden, was ihrem eigenen Körper und dadurch auch dem des Säuglings schaden könnte (wie Erkältungen, Gemüthsbewegungen, Diätfehler, Mangel an Schlaf, starke Anstrengungen u. dergl.), dagegen muß sie Alles thun, was ihrem Kinde nützt. Zu letzterem gehört ganz besonders die Wahl passender, nahrhafter und leicht verdaulicher, aus thierischen und pflanzlichen Nahrungsstoffen zusammengesetzter Speisen, d. h. solcher, welche eine gute, die richtige Menge an Käsestoff, Butter, Zucker und Salzen enthaltende Milch zu erzeugen im Stande sind, wie: Milch und Fleisch (mit dem gehörigen Fette), Ei (Eiweiß und Dotter), Hülsenfrüchte (Erbsen, Linsen, Bohnen, aber durchgeschlagen) und Nahrungsmittel aus den verschiedenen Getreidearten (aus Weizen, Roggen, Mais, Reis, Hirse ꝛc.).*) Zu vermeiden hat jede stillende Mutter alle schwerverdaulichen, blähenden, sauren, stark gesalzenen und scharf gewürzten Speisen (also namentlich alle geräucherten und gepökelten Fleisch- und Wurstsorten, Käse, alle Kohlarten, frisches Obst, Pilze, Kuchen, Salate u. dergl.), weil dieselben

*) Reichlicher Fettgenuß vermindert die Milchabsonderung, dagegen steigt dieselbe bei stickstoffhaltiger oder Fleischnahrung, im Vergleiche zur vegetabilischen Nahrung, bedeutend, und der Gehalt an festen Bestandtheilen, namentlich an Fetten, weniger an Käsestoff, erhöht sich. Es geht daraus hervor, daß die Fettbildung für die Milch vorzugsweise aus Eiweißstoffen geschieht.

beim Säugling sehr leicht Blähungen, Koliken und andere Verdauungsbeschwerden hervorrufen. Niemals darf ein und dasselbe Nahrungsmittel zu lange genossen werden; eine gemischte und wechselnde Kost ist bei weitem vorzuziehen. Neben dem Essen muß aber auch auf ein reichliches Trinken nicht erhitzender Getränke (von Wasser, Milch oder leichtem Biere) gehalten werden, damit das Blut und die Milch der Mutter stets den gehörigen Flüssigkeitsgrad erhalte. Es versteht sich übrigens ganz von selbst, daß ebensowohl im Essen wie im Trinken gehörig Maß zu halten ist, um die Verdauung nicht zu stören. — Zur richtigen Diät einer Stillenden gehört nun außer der passenden Kost auch noch das Einathmen einer reinen Luft, mäßige Bewegung, hinreichender Schlaf und Gemüthsruhe. Alle Leidenschaften (auch die geschlechtlichen) sind soviel als möglich zu beherrschen und zu mäßigen. Nach Gemüthsbewegungen (Aerger, Schreck, großer Freude) ist es gut, das Kind nicht sogleich anzulegen, wohl aber die Milch abzuziehen und erst einige Stunden nachher wieder zu stillen. Die Brüste sind warm und bedeckt zu halten, aber nicht einzuengen und zu drücken.

Muß die Stelle der Mutter von einer Amme ersetzt werden, dann sollte die Wahl derselben zuvörderst nur durch den Arzt und zwar nach vorheriger sehr genauer Untersuchung (auch der Geschlechtstheile) geschehen, und nur mit Zustimmung des Arztes sollte eine Mutter ihrer Sympathie oder Antipathie bei einer solchen Wahl folgen. Wo möglich muß das Kind der Amme, welches natürlich ebensowenig wie die Milch derselben unbeachtet zu lassen ist, dasselbe Alter wie das zu stillende haben, weil sich während der Zeit des Stillens allmählich nach dem Bedürfnisse des wachsenden Kindes die Beschaffenheit der Muttermilch etwas ändert. Die Amme sollte wenigstens nicht über 6 oder 8 Wochen vor der Mutter entbunden worden sein. Die Milch von Brünetten soll übrigens nahrhafter als die von Blondinen sein. Hat man unter mehreren gesunden Ammen die Wahl, dann wähle man die, welche mit der Mutter von gleicher oder ähnlicher Constitution ist. Durchaus nöthig ist, daß die Amme von der Mutter fortwährend gehörig beaufsichtigt wird, besonders hinsichtlich der Menge ihrer Milch, der richtigen Nahrung, der Vermeidung von Erkältung und der Reinlichkeit. Nicht selten gebrauchen Ammen, bei denen die Milch sparsamer wird, diese und jene Hülfsmittel zur Sättigung des Kindes, welche demselben Nachtheil bringen. Man beobachte deshalb das Kind beim Trinken und achte auf die Menge der Urin- und Stuhlausleerungen des Säuglings, der natürlich auch nicht viel ausleeren wird, wenn er nicht genug Nahrung bekommt. Unpassend ist die Amme für das Kind, wenn dasselbe nicht zunimmt, wohl gar welk und mager wird, fortwährend unruhig und mit Blähungen oder Durchfall behaftet ist. — Was die Behandlung der Amme betrifft, so muß die Nahrung derselben natürlich gehörig nährend sein, wie bei der

stillenden Mutter, einfach und der Amme zusagend, aber nicht zu sehr von derjenigen abweichend, welche die Amme früher genossen hat. Ebenso darf eine an anstrengende Arbeit gewöhnte Person nicht müßig dasitzen; mäßiges Arbeiten und der tägliche Genuß frischer Luft nützt jeder Amme. Sowie nun die Mutter an die Amme ziemlich viel Ansprüche macht, so vergesse eine Mutter aber auch nicht, daß sie Pflichten gegen eine Amme zu erfüllen hat. Eine freundliche, aber ernste und consequente Behandlung, ohne zu weit getriebene Freundlichkeit und Vertraulichkeit, wird bei den meisten Ammen gut anschlagen. Daß einer Amme Manches nachzusehen ist, versteht sich bei ihrem meist niedrigen Bildungsgrade von selbst. Daß ein Kind mit der Mutter- oder Ammenmilch den Charakter seiner Ernährerin oder wohl gar Laster mancher Art einsaugen sollte, ist blanker Unsinn; Laster werden immer erst anerzogen. — Weder Mutter noch Amme dürfen das Kind zu sich in's Bett nehmen, weil im Schlafe schon mancher Säugling erdrückt worden ist. Der Eintritt der Menstruation während des Stillens ist in der Regel kein Hinderniß für dessen Fortsetzung; nur wenn die Milchabsonderung darnach spärlicher wird oder das Kind anhaltende Verdauungsstörungen zeigt, ist ein Ammenwechsel vorzunehmen.

Das Aufziehen des Kindes ohne Mutter- und Ammenmilch ist ein äußerst schwieriges, nur von sehr gewissenhaften Müttern richtig auszuführendes Geschäft und darf in den ersten 6 bis 8 Monaten nur durch Thiermilch geschehen, welche in ihrer Beschaffenheit und Temperatur der Muttermilch so ähnlich als möglich herzustellen ist. Eine Hauptbedingung des glücklichen Erfolges hierbei ist: gute Milch und die größte Reinlichkeit. Eselsmilch würde der Kuhmilch deshalb vorzuziehen sein, weil jene in ihrer Zusammensetzung der Frauenmilch am ähnlichsten ist. Kuhmilch, welche in der Regel zum Aufziehen der Kinder verwendet wird, ist im Vergleich zur Frauenmilch zu reich an Butter und Käse, dagegen zu arm an Milchzucker, sie muß deshalb mit Wasser verdünnt und mit Milchzucker versetzt werden. Bei stillenden Frauen sieht man, daß die Milch während der Dauer des Saugens allmählich Veränderungen erleidet; denn während der Buttergehalt sich ziemlich gleich bleibt, nimmt im Laufe des Stillens entsprechend dem Wachsthume des Säuglings der Käsegehalt zu, während der Milchzucker sich allmählich vermindert. Dies ist beim Aufziehen kleiner Kinder ohne Amme wohl zu berücksichtigen. Der Grad der Verdünnung richte sich nach dem Alter des Kindes: anfangs, in den ersten 3—4 Wochen, sind zwei Drittel abgekochtes heißes Wasser zuzusetzen, im zweiten und dritten Lebensmonate nimmt man gleiche Theile gute, nicht abgerahmte Milch und Wasser; vom vierten Monat an drei Theile Milch und einen Theil Wasser. In den ersten acht Tagen setze man dieser Verdünnung, die stets frisch bereitet werden muß, zwei Theelöffel, später einen Theelöffel Milchzucker auf eine Obertasse Getränk zu. Nach Ablauf des vierten oder fünften Monates giebt man dem Kinde reine Kuhmilch; wird sie nicht vertragen (wird das Kind zu dick oder bricht es die Milch weg), dann muß wieder ein Viertel heißes Wasser zugemischt werden. Kann man keine reine unverdünnte Milch bekommen, wie das in Städten leider oft der Fall ist, dann muß weniger Wasser zugesetzt werden. Zu stark verdünnte Milch ist schwer verdaulich. Vielen Säuglingen bekommt das von Dr. Biedert angegebene Rahmgemenge (1 Liter süßer Rahm, 3 Liter abgekochtes Wasser und 6 Kaffeelöffel Milchzucker) vortrefflich; dasselbe enthält 1 Procent

Casein, 2,4 Procent Butter und 3,6 Procent Milchzucker. Nach den Untersuchungen des Dr. Krüger steigt die von gesunden Müttern ihren gesunden Kindern geschenkte Milchmenge vom zweiten bis elften Lebenstage wie folgt: zweiter Tag: 96 Gramm; dritter: 192; vierter: 234; fünfter: 363; sechster: 441; siebenter: 501; achter: 518; neunter: 621; zehnter: 648; elfter: 705 Gramm. Die Milch ist womöglich von ein und derselben Kuh zu nehmen und diese Kuh muß gesund, von gutem Ansehen sein und eine regelmäßige gesunde Stallfütterung (keine Branntweinschlempe, Rüben, Kartoffeln, nicht viel grünes und nasses Futter) erhalten; bei Grünfutterfütterung wirkt die Milch leicht Durchfall und Kolik erzeugend. Es giebt, namentlich in den Städten, viele schwindsüchtige Kühe, durch deren Milch wahrscheinlich leicht die Tuberculose übertragen wird (s. S. 444). Kann man nicht täglich dreimal frisch gemolkene Milch bekommen, dann wähle man Morgenmilch. Man zieht im Allgemeinen eine Mischung der Milch mehrerer Kühe dem ausschließlichen Entnehmen von einer Kuh vor, um Unregelmäßigkeiten und Erkrankungen, die gelegentlich jede Kuh befallen können, durch die Mischung möglichst auszugleichen und immer eine möglichst gleichförmige Milch zu erhalten. Die kuhwarme Milch wird da, wo man sicher ist, daß keine Krankheitskeime (s. S. 444) in der Milch enthalten sind, ungekocht gegeben, diejenige Milch, die längere Zeit aufbewahrt werden muß, ehe sie das Kind trinkt, muß dagegen aufgekocht werden. Um das Sauerwerden der Kuhmilch zu verhüten, setze man in der warmen Jahreszeit doppeltkohlensaures Natron (s. S. 441) zu und bewahre die Milch in verschlossenen Gefäßen im Keller auf. Auch ein Zusatz von $^1/_{10}$—$^1/_{20}$ Gramm Salicylsäure zu einem Liter Milch verhütet das rasche Sauerwerden. Alle Milchgefäße sind natürlich sehr rein zu halten (Ausbrühen mit Sodawasser). Die Temperatur des Getränkes soll stets ungefähr $28^0$ R. betragen und das Gefäß, woraus das Kind trinkt (am besten eine gläserne Saugflasche, ein Schiffchen von Porzellan), immer äußerst rein und sauber sein. Die modernen Saugflaschen mit langem Gummischlauch und bis an den Boden reichendem Glasrohr, können durch ungenügende Reinigung sehr gefährlich werden. Das Saughütchen auf der Flasche, welches wie dieses peinlich rein zu halten ist, sei von schwarzem Gummi, da an den weißlichen (vulkanisirten) Gummisaugern Schwefel und Zinkoxyd haften kann. Wäre eine gute Milch nicht zu erlangen, dann könnte allenfalls noch eine Lösung von Eigelb mit lauem Wasser und etwas Zucker als Nahrungsmittel angewendet werden. Ein halbes Eigelb wäre mit 2 Obertassen Wasser oder 1 Eigelb mit 100 Gramm Wasser und 6 Gramm Milchzucker zu mischen. Doch wird der Eiertrank nur selten längere Zeit vertragen. Wird die Milch schwer verdaut, so versuche man Zusätze von Zuckerwasser, Hafer- oder Gerstenschleim, Arowrootabkochung oder geschlagenem Eiweiß (um den gerinnenden Käsestoff fein zu vertheilen). — Liebig's Ersatzmittel für die Mutter- und Ammenmilch, welches S. 445 beschrieben wurde, sowie Nestlé's Kindermehl leisten bei älteren Säuglingen oft gute Dienste. In den ersten Lebensmonaten ist ihm die condensirte Alpenmilch (s. S. 441) vorzuziehen, die aber wegen ihres beträchtlichen Zuckergehaltes leicht Darmkatarrhe erzeugt und stärker verdünnt werden muß, wie auf den Büchsen angegeben ist (anfangs 1 : 15, später 1 : 12). Neuerdings hat Professor Beneke bei 2—3 Monate alten Säuglingen gute Resultate mit der Hartenstein'schen Leguminose (s. S. 478) erzielt; auch bei Brechdurchfällen hat diese Leguminosensuppe gute Dienste geleistet. Das beste Surrogat der Muttermilch ist und bleibt aber immer unstreitig Ammen- oder Kuhmilch. — Die stärkemehlhaltigen Ersatzmittel der Muttermilch, Mehl-, Semmel-, Arrowroot-, Tapioca-, Griesbrei, Maismehl (Maizena) u. a. sind unbedingt schädlich, weil der Säugling (dessen Speicheldrüsen noch keinen oder nur wenig Speichel absondern) dieselben noch nicht in Zucker, also in eine verdauliche Form

(s. S. 424) umzuwandeln vermag; ganz abgesehen davon, daß die Stärke im Darme leicht in saurere Gährung geräth (s. S. 418) und so Durchfall bewirkt.

Das **Entwöhnen** des Kindes von der Brust, ein sehr wichtiger Moment für das Kind, soll wenn möglich nicht vor oder gerade während des Ausbruchs der Zähne, sonach nicht vor dem zehnten bis zwölften Monat, und bei Kindern schwächlicher, ungesunder (besonders brustkranker) Eltern noch später stattfinden; es geschehe nicht plötzlich, sondern allmählich, innerhalb eines Zeitraums von etwa 14 Tagen bis 3 Wochen, womöglich in einer Jahreszeit, wo das Kind in die freie Luft getragen werden kann. Die Stillende genieße jetzt weniger nahrhafte und milchmachende Speisen, das Kind werde seltener an die Brust gelegt und erhalte dafür andere, aber ja nur flüssige Nahrung (gute Kuhmilch, Suppe — keinen Brei — aus in Wasser gut ausgekochtem Zwieback oder Semmelrinde, die mit Milch und ein wenig Zucker oder auch mit schwacher Fleischbrühe versetzt werden kann, Liebig'sche Suppe [s. S. 445] oder schwache entfettete leichte Fleischbrühe mit gequirltem Ei). Nie werde dem Kinde, welches entwöhnt werden soll, zuerst bei Nacht die Brust entzogen. Nachdem dasselbe immer seltener die Brust und dafür immer mehr andere Nahrung erhalten, gebe ihm die Mutter oder Amme in einer Morgenstunde den letzten Trunk, und gehe ihm dann so viel als möglich aus den Augen, um keine Erinnerung an die Brust im Kinde zu erwecken. — Wird ein Kind bald nach dem Entwöhnen unwohl, magert es sehr ab, bekommt Durchfall oder Brechen, dann muß es durchaus wieder einige Zeit lang an der Brust ernährt werden.

Die **Luft**, welche der Säugling einathmet, sei stets rein und niemals sehr kalt, weil sonst ziemlich gefährliche Krankheiten im Athmungsapparate äußerst leicht zu Stande kommen. Besonders werde schneller Wechsel zwischen warmer und kalter Luft ängstlich vermieden und während des Schlafens immer auf reine warme Luft (von etwa + 14—16° R.) gehalten. Bei Ost- und Nordwind, überhaupt bei kalter Luft, sollten Säuglinge stets in der warmen Stube bleiben. Ganz vorzüglich ist dies aber nothwendig, wenn sich Zeichen von Schnupfen oder Husten beim Säugling einstellen, denn werden diese nicht beachtet, dann entwickelt sich sehr leicht eine tödtliche Lungenentzündung.

**Warme Bäder** oder Waschungen der Haut sind dem Säuglinge zu seinem Wohlsein ganz unentbehrlich. Sie müssen täglich und mit der nöthigen Vorsicht angewendet werden, wo möglich am frühen Morgen, bald nach dem Erwachen und vor dem Trinken des Kindes. Vorsicht ist aber insofern beim Baden und Waschen anzuwenden, als sehr leicht durch dasselbe eine Erkältung der Haut und dadurch ein gefährlicher Magen- und Darmkatarrh (mit Durchfall, Brechen) zu Stande kommen kann. Die Temperatur der Zimmerluft und des

Badewassers ist deshalb wohl zu beachten; erstere darf nicht unter + 16° sein, letztere in den ersten Monaten gegen + 28°, später etwa + 25° R. Die alte gebrauchte Wäsche des Kindes gleichzeitig mit in das Bad zu legen, ist eine nicht zu billigende und dem Säugling nur nachtheilige Unreinlichkeit. Bisweilen, besonders bei sogenannten unruhigen Kindern, ist es von Nutzen, beruhigend und schlafbringend, das Kind Abends unmittelbar vor Schlafengehen noch einmal oder nur zu dieser Zeit zu baden. Im Bade ist die Haut mit einem Schwamme oder einem Stückchen Flanell gehörig abzureiben, niemals aber das Auge mit demselben Schwamme zu reinigen, sondern immer nur mit eigens für die Augen bestimmtem Wasser und reinen, weichen Leinwandläppchen. Das Blättchen (s. S. 609) ist durch leichtes Darüberstreichen mit dem Schwamme zu reinigen; eine stärkere Reibung dieser Stelle ist zu vermeiden, weil sie vermehrten Blutzufluß zur Folge hat, der eine vorschnelle Verknöcherung bewirken und so dem Schädel- und Hirnwachsthum ein zu frühes Ziel stecken könnte. Beim Herausnehmen des Kindes aus dem Bade hülle man es sofort in ein gewärmtes Leinwandtuch, trockne und reibe es ab und reiche ihm nach dem Anziehen die Brust oder die Flasche. Gleich nach dem Bade das Kind an die freie Luft zu schicken kann gefährlich werden. — Das Waschen des Kindes mit warmem Wasser kann das Baden nie ersetzen und verlangt eine noch weit größere Vorsicht vor Erkältung als das letztere. — Es giebt übrigens Kinder (gewöhnlich blonde mit sehr zarter Haut), welche das Baden nicht vertragen können, sehr aufgeregt und schnupfig darnach werden; bei diesen sind dann weit seltener (die Woche ein- oder zweimal) Bäder neben täglichen Waschungen anzuwenden.

Was die **Kleidung** des Säuglings betrifft, so ist hierbei zuvörderst auf die größte Reinlichkeit und Trockenheit zu halten, sodann darauf zu sehen, daß sie nirgends, besonders nicht am Brustkasten und Bauche, beengend oder die Bewegungen hindernd wirkt und doch auch gehörig wärmt. Besonders dürfen Arme und Beine nicht fest eingewickelt werden, damit sich das Kind nach Herzenslust bewegen und recken kann; auch ist die Leibbinde (am besten schwimmhosenähnlich, damit sie sich nicht über den Bauch hinaufschieben kann) nicht fest anzulegen, damit das Athmen nicht behindert werde. Die Leibbinde ist deshalb nicht wegzulassen, weil sie den Bauch warm hält, und dadurch dem bei Säuglingen stets gefährlichen und durch Erkältung des Bauches leicht entstehenden Durchfall entgegentritt. — Der Kopf muß im Zimmer bei Tag und Nacht unbedeckt bleiben, im Freien aber leicht bedeckt werden. — Ganz vorzüglich ist beim Austragen des Kindes darauf zu achten, daß die Luft nicht unter die Kleider an die bloßen Beine und den nackten Bauch zieht, weil sonst recht leicht gefährliche Erkältung und Durchfall zu Stande kommt. Ebenso müssen

Kinder, welche herumzukriechen anfangen, Höschen sowie nicht zu kurze Strümpfe und Kleidchen tragen; übrigens darf das Gewicht der Kleider nur auf den Schultern ruhen (durch Schulterbänder), ja nicht etwa durch festes Anlegen an den Körper gehalten werden. Die Füßchen sind, besonders im Winter, durch weiche, wollene Strümpfe gehörig warm zu halten. Eine schlechte Mode ist es, die Hemdchen und Röckchen, doch wohl nur wegen bequemeren Anziehens, hinten am Rücken offen zu lassen, weil so der Rücken, der durch das Liegen warm wird, sehr leicht erkältet werden kann. Man kleidet das Kind deshalb am besten so an, daß der offene Theil des Hemdchens nach hinten, der des Röckchens aber nach vorn kommt. — Die Windel muß hübsch warm, rein und weich sein. Wickelbänder (zur Befestigung der Windeln) sind selbstverständlich nicht zu fest umzulegen.

Die **Sinneswerkzeuge** des Säuglings verlangen eine sehr aufmerksame Behandlung, wenn sie nicht für das ganze Leben geschwächt oder gar gelähmt werden sollen. — Das Auge (s. S. 580) ist vor jedem starken und grellen Licht zu schützen, und nie darf ein plötzlicher Uebergang vom Dunkeln in das Helle stattfinden. Es ist eine sehr schädliche Gewohnheit der Eltern und Erzieher, das Kind nahe an helles Licht zu halten und hineinsehen oder längere Zeit den Mond oder blitzenden Himmel anschauen zu lassen. Wird der Säugling im Bett oder Wagen liegend in's Freie gebracht, so darf ihm die Sonne ja nicht senkrecht in's Gesicht scheinen. Ebenso wenig dürfen glänzende und kleine Gegenstände dem Kindesauge zu nahe und lange vorgehalten werden. — Das Gehörorgan ist vor starken und grellen Tönen, das Geruchsorgan vor allen starken Gerüchen zu schützen.

Das **Zahnen**, der Ausbruch der ersten Zähne, wird von den Müttern weit mehr, als nöthig ist, gefürchtet, denn es veranlaßt selten ernstliche Erkrankungen, nämlich bei Kindern, welche richtig und nach den vorstehenden Regeln behandelt wurden. Alle gefährlichen und tödtlichen Krankheiten bei zahnenden Kindern, wie Lungenentzündungen, Brechdurchfall, Fieber mit Krämpfen u. dergl., rühren von anderen Ursachen (meist von Diätfehlern und Erkältungen), als vom Zahnausbruche her. Sectionen von Kindern, die am Zahnen gestorben sein sollten, ergeben die Wahrheit dieses Ausspruchs. Allerdings geht nicht immer, doch sehr oft, der Zahnausbruch ohne alle Beschwerden vorüber, aber es sind diese meist ungefährlich, auch wenn sie bis zu fieberhaften und krankhaften Affectionen (Convulsionen) ausarten sollten. Die gewöhnlichsten Erscheinungen beim Zahnen sind folgende: das Kind ist zeitweilig unwillig und unruhig, speichelt viel, schreit bisweilen laut auf, ist aber bald wieder ruhig, es schreckt im Schlafe manchmal zusammen, die Wangen bekommen in der Nähe des Mundes manchmal rothe Flecke und selbst Ausschläge, das Zahnfleisch wird heiß, roth, geschwollen; das Kind, welches anfänglich öfters in den Mund griff und sich gern am Zahnfleische streichen ließ, will jetzt den Mund unberührt haben; es trinkt und uriniert weit öfter als gewöhnlich, nichts ist ihm recht. Mit dem Durchbruch einiger Zähne verschwinden meistens alle Zufälle. Die durchbrechenden Zähne werden Milch-

zähne genannt; sie erscheinen gewöhnlich im 7. oder 8., wohl auch im 10. oder 11. Monate, meistens paarweise und in dem Unterkiefer früher, als im Oberkiefer, zuerst unten die beiden mittelsten Schneidezähne, dann oben das mittlere Paar derselben, hierauf folgen die äußeren Schneidezähne wechselnd bald oben, bald unten. Erst im 2. Jahre brechen die vorderen 2 Backzähne und zuletzt die Eckzähne durch, so daß ein Kind gegen das Ende des 2. Lebensjahres 20 Milchzähne besitzt, die ihm bis zum 7. Jahre bleiben. Die angegebene Ordnung, in welcher die Milchzähne hervortreten, steht aber nicht ganz fest, sondern kann mannigfache Abänderungen erleiden, ohne deshalb Gefahr zu bringen oder auf eine schlechte Constitution hinzudeuten. Mädchen sind im Zahnen den Knaben gewöhnlich voraus. Das beste Linderungsmittel bei Zahnbeschwerden ist öfteres Betupfen des Zahnfleisches mit kaltem Wasser und Kühlhalten des Kopfes; auch kann man dem zahnenden Kinde unschädliche Gegenstände zum Daraufbeißen geben, wie: Veilchenwurzel, Kautschuk (aber nicht vulkanisirten) und Elfenbeinringe. Uebrigens ist das zahnende Kind nicht anders, als vorher angegeben wurde, zu behandeln, also mit passender Milch, reiner warmer Luft, zweckmäßiger Kleidung und großer Reinlichkeit.

**Erziehung des Säuglings.** — Auch der Säugling bedarf schon der Erziehung, und zwar ebensowohl der körperlichen wie der geistigen, wenn aus einem Menschen etwas Ordentliches werden soll. Sie gründe sich auf das Gesetz der Gewöhnung und der Nachahmung. Das erstere Gesetz erfordert eine consequente und öftere Wiederholung des Anzugewöhnenden, so daß dieses nach und nach zur andern Natur wird, während das letztere richtige Vorbilder verlangt; beide bedürfen aber mit dem fortschreitenden Wachsthume des Kindes einer allmählichen Steigerung. So lange Eltern in dem Wahne stehen, der Geist (d. h. die Fähigkeit des Gehirns zu fühlen, zu denken und zu wollen) trete so ohne Weiteres zu einer bestimmten Zeit (wenn der Verstand kommt, wie man zu sagen pflegt) in den Körper hinein, so lange kann von einer vernünftigen Erziehung gar keine Rede sein. Nur durch der Sinne Pforten zieht allmählich der Geist in unsern Körper ein und die durch Sinneseindrücke erregte geistige Thätigkeit des Gehirns kann nur durch Gewöhnung den gehörigen Höhegrad erreichen. Daß die Sinne die Erwecker und Vermittler des Verstandes sind, zeigt sich deutlich beim Mangel derselben: bei Blindheit und gleichzeitiger Taubheit bleibt der Mensch fast geistlos, wenn nicht eine sehr sorgfältige, den Verkehr mit der Außenwelt vermittelnde Ausbildung des Tastgefühls stattfindet. Wie aber auch die Nachahmung zur Erweckung des menschlichen Geistes beiträgt, beweisen erwachsene Menschen (wie Caspar Hauser), die von Jugend an nur sich selbst überlassen blieben oder blos mit Thieren Umgang hatten; bei ihnen fanden sich keine Spuren des menschlichen Geistes, sondern nur thierische Manieren (s. S. 307). Also nochmals: Sinneseindrücke, Gewöhnung und Nachahmung legen den Grund zur guten und schlechten Erziehung. Man vermeide deshalb sorgfältig Alles, was dem Kinde zur unnöthigen Gewohnheit wird. Eine Mutter darf

bei aller Liebe zum Säugling sich nie durch falsche Nachgiebigkeit zur Sklavin ihres Kindes machen.

Die **körperliche Erziehung** des Säuglings beziehe sich auf den Nahrungsgenuß, den Schlaf, die Bewegungen und die Reinlichkeit. — Hinsichtlich der Nahrung, die nur in Milch bestehen soll, verfahre man so, daß diese blos in den ersten Tagen (höchstens Wochen) stets dann gereicht werde, wenn der Säugling schreit, bald aber nur zu bestimmten Zeiten, und zwar etwa vier- bis höchstens sechsmal täglich (das erste Mal in der Frühe, das letzte Mal beim Anbruch der Nacht), in der Nacht selbst aber, wo sich die Ernährerin durch Schlaf stärken soll, gar nicht.*) Man lasse sich jetzt durch das Schreien des Kindes ja nicht in dieser Ordnung stören, forsche aber nach der Ursache dieses Schreiens (s. S. 605), da diese eine andere als Hunger und zu entfernen sein könnte (z. B. Nässe, Kälte, Blähung, Verstopfung, unbequeme Lage, Stiche von Nadeln oder Insekten). Niemals vergesse man, daß beim Kinde, wenn es durch Schreien seine Bedürfnisse gleich befriedigt fühlt, das Schreien zur Erreichung seines Willens sehr bald zur Gewohnheit wird und nur schwer wieder abzugewöhnen ist. Zur bestimmten Zeit mag nun aber das Kind, in Absätzen, so viel trinken als es nur immer trinken will, jedoch gewöhne man dasselbe nicht daran, beim Trinken zwischendurch ein Weilchen zu schlafen. Nach dem Trinken ist das Kind sehr ruhig zu halten, um das Speien zu verhüten. — In Bezug auf den Schlaf verhält sich ein junger Säugling anders als ein älterer, denn während das Kind die erste Zeit seines Lebens (wahrscheinlich wegen mangelnder bewußter Thätigkeit seines Gehirns) fast nur im Schlafe verlebt, mindert sich das Schlafen immer mehr mit dem allmählichen Erwachen der Sinne und der dadurch angeregten Geistes-(Gehirn-)Thätigkeit. Denn nur das Gehirn schläft. Wie im Essen muß nun aber auch im Schlafen nach und nach die gehörige Ordnung hergestellt werden, so daß endlich das Kind eine ganz bestimmte Zeit lang wach und eine andere (besonders in der Nacht und nach dem Trinken) schlafend erhalten wird. Hierbei beobachte man aber noch folgende Regeln: das Kind schlafe in seinem eigenen Bettchen, bleibe gehörig zugedeckt (weil es sonst sehr leicht zu Bauchverkältung und zum Durchfall kommen kann) und werde nicht an unnöthige, später beschwerliche Hülfsmittel zum Einschlafen gewöhnt, wie z. B. an das Einsingen, an das Anhalten des Kindes an die Hand, den Hals oder Busen der Pflegerin, an Licht u. dergl. Ist das Kind in dieser Hinsicht schon verwöhnt, dann lasse man sich durch sein Schreien ja nicht abhalten, ihm diese Verwöhnung abzugewöhnen,

*) Prof. Ahlfeld hat durch Beobachtungen an seinem eigenen Kinde den Nachweis erbracht, daß ein Kind, sobald man es nur ruhig liegen läßt, in den 3 ersten Wochen nicht öfter als täglich 7 Mal, von der 4.—8. Woche nur täglich 5—6 Mal, später aber nur 4—5 Mal Nahrung zu erhalten braucht.

beim älteren Säugling im Nothfalle selbst durch einige Schläge auf das Gesäß. — Die Bewegungen, theils solche, welche mit dem Kinde von Anderen vorzunehmen sind (passive), theils die, welche das Kind selbst zu machen hat (active), sind bei der Erziehung eines Säuglings nicht ohne Bedeutung. Zuvörderst muß alles Tragen, Umherschleppen, Schaukeln und Wiegen des Kindes, zumal wenn dasselbe schreit, unterbleiben, dagegen ist das Fahren des liegenden oder sitzenden Säuglings zeitweilig, besonders im Freien, zu empfehlen, aber ebenfalls nicht als Beruhigungsmittel zu gebrauchen. In der warmen Jahreszeit darf aber das Kind im Wagen nicht in dicken Betten eingepackt werden, eine ganz selbstverständliche Forderung, gegen die jedoch noch ungemein viel gefehlt wird; weiße Wagendecken sind zu vermeiden, weil sie bei Sonnenschein das Kind leicht blenden. Graues amerikanisches Ledertuch, wie es neuerdings häufig zu Schutzdächern (Planen) an Kinderwagen verwendet wird, wurde wiederholt stark bleihaltig gefunden. Durch das Auf- und Abklappen des Schutzdaches schabt sich das Ledertuch ab und die concentrirten Bleiverbindungen, welche es enthält, werden dann in fein vertheiltem Staubzustande dem kindlichen Körper durch die Athmungsorgane zugeführt und können so Bleivergiftung herbeiführen. Ganz verwerflich ist der in manchen Gegenden gebräuchliche Tragmantel, der das Kind an eine einseitige Rückenhaltung gewöhnt. Ein sehr nachtheiliger Wunsch der meisten Mütter ist es, ihr Kind sobald als möglich aus dem Bettchen zu nehmen und im Kleidchen auf ihrem Arme sitzen zu sehen. Die nachtheiligen Folgen des zu zeitigen Aufsitzenlassens eines Säuglings sind Verkrümmungen der Wirbelsäule und Störungen in der Entwickelung innerer lebenswichtiger Organe in Folge des Zusammenkrümmens des Rumpfes, welcher den großen und schweren Kopf nicht zu tragen vermag. Es darf ein Kind durchaus nicht früher an das Sitzen gewöhnt werden, als bis es zu der Kraft gelangt ist, seinen Kopf gerade und steif zu halten und sich selbst aufzurichten. Dies ist aber gewöhnlich erst nach dem fünften Monate möglich. Da nun das Herumtragen des Kindes auf dem Arme von Seiten der Mutter oder Wärterin, trotzdem daß es unnöthig ist und das Kind dadurch schon verwöhnt wird, doch nicht abkommen wird, so werde dabei wenigstens die Vorsichtsmaßregel gebraucht, das Kind wechselweise bald auf den einen, bald auf den anderen Arm zu nehmen, damit es nicht schief werde. — Ebenso schädlich wie die übereilte Gewöhnung an das Aufrechtsitzen sind die zu zeitigen Steh- und Gehversuche, welche mit dem Kinde unternommen werden. Auch hier ist es das Beste, das Kind nicht eher auf die Beine zu stellen, als bis es aus eigenem Kraftgefühl aufzutreten und zu laufen beginnt, und dies ist durchschnittlich im zehnten oder elften Monate der Fall. Bis dahin mag das Kind, nachdem es sitzen gelernt hat, auf dem mit

einer Decke oder weichen Kissen belegten Erdboden herumkriechen und an Gegenständen, an denen es sich nicht verletzen kann, das Aufstehen erlernen. Sehr erleichtert wird das Laufenlernen durch eine einfache Vorrichtung, die sich mit Leichtigkeit in jedem Kinderzimmer anbringen läßt. Man grenze durch vier leicht gepolsterte vermittels Charnieren oder Häkchen mit einander verbundene Bretter von ungefähr 40 Ctm. Breite und 150 Ctm. Länge einen viereckigen Raum ab und setze das Kind mit seinem Spielzeug hinein; es wird nicht nur innerhalb dieser Umzäunung vor manchen Gefahren behütet sein, sondern gar bald seine eigene Kraft erproben, sich an den Brettern emporziehen und so spielend laufen lernen. Dagegen sind Gehkörbe, Laufwägen, Laufzäume und ähnliche Hülfsmittel zur Unterstützung beim Laufenlernen zu verwerfen, weil sie stets nachtheilig auf die Brust wirken; höchstens ist ein locker angelegter Laufzaum (Gängelband) dann von Vortheil, wenn das Kind schon laufen kann, aber noch ungeschickt oder etwas großköpfig ist; dann soll aber der Laufzaum, der übrigens nicht straff zu halten ist, nicht etwa das Laufen unterstützen, sondern nur das Fallen verhindern. — Das Aufheben des Kindes sei nicht ein Emporziehen an einem Arme, sondern es geschehe so, daß man das Kind unter beiden Achseln faßt. Ebenso vermeide man das Führen des laufenden Kindes an einer Hand, so lange dasselbe noch nicht ganz sicher beim Gehen ist. Als Hauptgrundsatz in der Erziehung des Kindes hinsichtlich aller seiner Bewegungen ist immer festzuhalten: man gestatte demselben von Geburt an seine Glieder möglichst frei zu bewegen und lasse es durch eigene und selbstständige Anstrengungen sitzen, stehen und gehen lernen. So wird gleichzeitig auch schon der Wille im Kinde erweckt und allmählich zum festen Willen ausgebildet. Menschen, die als Kinder immer nur von Anderen Hülfsleistungen erhielten, zeigen im spätern Leben gewöhnlich Schwäche, Unsicherheit und Unselbstständigkeit des Charakters. — Das Reinlichsein des Kindes in Bezug auf seine Ausleerungen kann demselben von der Zeit an, wo es aufzusitzen vermag, dadurch allmählich angewöhnt werden, daß man dasselbe in bestimmten Zwischenräumen auf ein Nachtgeschirr setzt und ihm laute Aeußerungen des Pressens vormacht. Das Abhalten des Kindes im Freien, wobei die untere Körperhälfte entblößt wird, giebt nicht selten zu Erkältungen des Bauches und gefährlichen Durchfällen Veranlassung. Beim Gebrauch von hohen Kinderstühlen, welche vorn durch ein tischchenartiges Brettchen geschlossen sind und in welche man Kinder häufig längere Zeit eingeschlossen sitzen läßt, lasse man das Kind niemals unbeobachtet und allein, da es schon wiederholt vorgekommen, daß Kinder, zwischen Tisch- und Fußbret herabgleitend, an dem ersteren mit dem Unterkiefer hängen blieben und so erdrosselt wurden.

Für die **geistige Erziehung** des Säuglings, die wie die körperliche auf Gewöhnung beruht, handelt es sich hauptsächlich

darum, die Sinnes- und Empfindungsorgane desselben in gesundem Zustande zu erhalten und gehörig auszubilden. Denn erst mit Hülfe der Sinne und Empfindungsapparate, besonders des Gesichts- und Gehörsinnes, wird allmählich die Thätigkeit des Gehirns, das Bewußtsein, das Gefühl, der Verstand und der Wille, kurz, der Geist erweckt und immer mehr ausgebildet. In der ersten Zeit seines Lebens ist der Mensch, eben weil die Hirnthätigkeit durch Sinneseindrücke noch nicht erweckt ist, ohne alles Bewußtsein, und seine Bewegungen, sein Schreien sind rein automatisch; nach und nach erst bildet sich durch wiederholte Eindrücke auf die Empfindungsnerven, also durch Gewöhnung, das Behaglichkeits- und Unbehaglichkeitsgefühl (Gemeingefühl). Es dauert lange, ehe das Kind die Einzeleindrücke unterscheiden lernt. Ueber die Zunge des Säuglings muß erst einige Zeit die süße Muttermilch geflossen sein, ehe er sie als angenehm schmeckt; vorher nimmt er ebenso leicht die bittersten Stoffe, wie die Mutterbrust. Gerade so verhält es sich mit allen anderen Empfindungen und man hat es deshalb in der Hand, dem Kinde durch Gewöhnung eine Menge von Empfindungen zum Bedürfnisse zu machen, die, wenn sie dann einmal nicht erregt werden, das Kind zum boshaften Schreien und Erzwingen des Gewünschten antreiben.

Von den Sinnen entwickelt sich zuerst der Tastsinn, aber nur an den Lippen, womit diese die Mutterbrust suchen, sodann erwacht der Gesichtssinn, nach diesem der Gehör- und Geschmackssinn, zuletzt der Geruchs- und übrige Tastsinn. Das Auge (bis etwa zum vierten Monate kurzsichtig) starrt anfangs theilnahmlos in die Welt, bald wendet es sich aber nach dem Hellen und zeigt einige Aufmerksamkeit, bis es im zweiten Monate auf Gegenständen längere Zeit haften bleibt. In den ersten Tagen folgt der Blick nicht der bewegten Kerze; erst nach einigen Wochen wird das langsam hin- und herbewegte Licht mit dem Blicke verfolgt. Dieses Anschauen ruft im Gehirne Sinneseindrücke (Hirnbilder) hervor, welche sich durch wiederholtes Anschauen immer tiefer einprägen und dadurch leicht in's Gedächtniß zurückgerufen werden können. So lernt das Kind Personen und Gegenstände kennen und endlich sich Vorstellungen machen (d. i. das Bewußtwerden, Erinnern von früher gemachten Sinneseindrücken). Am frühesten scheint der Säugling das Gesicht seiner Mutter oder Amme zu erkennen. In ähnlicher Weise verhält es sich mit dem Gehör, welches bei Neugebornen sehr ungleich entwickelt ist und innerhalb der ersten Wochen sich verfeinert. Anfangs wird das Kind nur durch starken Schall erschüttert, allmählich unterscheidet es stärkere und schwächere Töne, und etwa gegen das Ende des zweiten Monats wendet es seine Augen und später auch den Kopf nach der Richtung, von welcher der Schall herkommt. Gegen das Ende des fünften Monats hin ist zwischen den beiden Sinnen des Gesichts und Gehörs die Aufmerksamkeit des Kindes gleich getheilt; beide Sinne unterstützen übrigens einander beim Kennenlernen der Außenwelt, besonders auch der Entfernung; der eine Sinn erregt die Aufmerksamkeit des Kindes für den andern. Jetzt nimmt auch das Kind immer mehr Interesse an Gesichts- und Gehörserscheinungen, am Beweglichen, am Sprechen, am Takt und Gesange. Es lernt die Geberden, Mienen und die Stimme der Mutter und umgebenden Personen kennen und unterscheiden. Während früher lärmende Töne mehr Eindruck auf das Gehör machten als melodische, ist dies jetzt umgekehrt. Ist der Gesichtssinn bis zum Anschauen gelangt, dann fängt (im dritten Monate)

das Kind auch an nach Gegenständen zu greifen; dieſe verfehlt es zuerſt öfters, faßt ſie anfangs nur an, ſpäter hält es dieſelben feſt, bewegt ſie hin und her und lernt ſie allmählich zum Munde führen; endlich betaſtet es dieſelben und lernt ſo deren Größe und Form, ſowie ihre Entfernung kennen. Sobald ſich (im dritten Monate) Gehörsvorſtellungen gebildet haben, zeigt ſich das Lallen, welches ſpäter in das Nachahmen von Worten übergeht. Vernimmt das Kind öfters bei dem Anblicke eines Gegenſtandes oder beim Wahrnehmen einer Eigenſchaft und Thätigkeit einen gewiſſen Laut, ſo wird allmählich durch das Hören deſſelben Lautes die Vorſtellung deſſelben Gegenſtandes hervorgerufen und ſo lernt das Kind (im fünften oder ſechſten Monate) beſtimmte Worte nach ihrer Bedeutung verſtehen, beſonders die Namen von Perſonen und Dingen. Erſt ſpäter lernt es die Bedeutung der Zeit- und Eigenſchaftswörter kennen; eine zuſammenhängende Rede iſt ihm ganz unverſtändlich. Das Lächeln bemerkt man ſchon im zweiten Monate (nie aber vor dem vierzigſten Tage) und ſtets früher als das Weinen mit Thränen (im dritten Monate); erſt im fünften oder ſechſten Monate lacht das Kind laut auf und jubelt. Kinder, die durch ſofortige Befriedigung ihrer Wünſche, wenn ſie ſchreien, nach und nach zur Bosheit und zum Eigenſinn erzogen werden, ſuchen durch Schreien und Weinen ihren Willen durchzuſetzen und das Gewünſchte zu erzwingen. Schon im fünften oder ſechſten Monate merkt das Kind die Freundlichkeit wie auch den Ernſt der Worte und Geberden; es lernt warten, wird geduldiger und läßt ſich durch Sinneseindrücke vom körperlichen Genuſſe eine Weile abziehen. Im ſiebenten oder achten Monate ſpielt das Kind für ſich und beſchäftigt ſich mit dem Nachahmen. Durch die Unluſt, welche durch das Gefühl eines Mangels erzeugt, durch Abhülfe des letzteren ihr Ende findet, durch die Beobachtung, daß auf beſtimmte Thätigkeiten beſtimmte Wirkungen folgen, ja daß das Kind ſelbſt im Stande iſt, dergleichen hervorzubringen, kommt es allmählich zur dunkeln Vorſtellung eines Zweckes, der Zeitfolge und Dauer. Je mehr nun das Kind das Bewegungsvermögen in ſeine Gewalt bekommt, deſto mehr bildet ſich auch die Sprache aus, und das Kind benennt die Dinge anfangs in ſeiner Weiſe, ſpäter durch Nachahmung ſo, wie es ihm vorgeſagt wird. Die weitere Ausbildung der Sprache wird nur durch das Hören der Redenden und die Nachahmung ihrer Worte bedingt.

Die Hauptregel bei der geiſtigen Erziehung des Säuglings, ſowie überhaupt des Kindes iſt: Alles vom Kinde abzuhalten, an was es ſich nicht gewöhnen ſoll, dagegen das, was ihm zur anderen Natur werden ſoll, beharrlich zu wiederholen. Es darf der Laune des Kindes nach ungebundener Willkür niemals freier Lauf gelaſſen, ſondern es muß ein Geſetz beobachtet werden, nach welchem ſich die vernünftige Gewährung des Einen und das Verſagen des Andern richtet; dann wird das Kind nach und nach ein Gefühl vom Geſetz gewinnen, dem ſich unterzuordnen Nothwendigkeit iſt. Hierbei läßt ſich auch, und zwar mit dem beſten Erfolge, bei Kindern, deren Naturell zu lebhafterem Thun und ſchwerem Angewöhnen hintreibt, ſogar das Gefühl der Unbehaglichkeit (ſchon vom dritten Monate an) benutzen, und manches ſehr leicht durch ernſte Worte und durch paſſende Schläge erreichen, was ſonſt nur ſchwer und erſt nach langer Zeit angewöhnt werden kann. Man bedenke, daß hier die Schläge nicht zur Beſtrafung von ſchon vorhandenen Fehlern, ſondern zum

Nichtangewöhnen von Eigenheiten, welche später Fehler werden und Strafe verdienen, angewendet werden. Ein Kind, was nach dem Erwachen des Bewußtseins, nach dem dritten oder vierten Jahre, überhaupt zu einer Zeit, deren es sich im spätern Leben noch deutlich entsinnen kann, Schläge bekommen muß, ist nach des Verfassers Ansichten ein schon ganz verzogenes, und nur die unbeugsamste Consequenz in der Erziehung wird dann dasselbe noch zu bessern vermögen. Darum achte man auf die kleinsten Züge, in denen sich das Naturell des Kindes erkennen läßt. Der Grund zur Verziehung des Kindes wird in der Regel durch das Herumtragen, Schaukeln und Wiegen (Lutschbeutel) desselben gelegt, weil diese Bewegungen im Kinde ein Behaglichkeitsgefühl erzeugen, welches, wenn es einmal nicht befriedigt wird, dasselbe zum Schreien veranlaßt. So entwickelt sich nach und nach beim Kinde die Gewohnheit, durch Schreien seine Wünsche zu erzwingen, und es kommt dann, wenn die Eltern so schwach sind dem Eigensinn des schreienden Kindes nachzugeben, recht bald dahin, daß das Kind bei jeder Verweigerung seines Willens trotzt, unbändig sich geberdet und zum Tyrannen seiner schwachen Umgebung wird. Jetzt soll nun erst mit Schlägen eine Unart aus dem Kinde vertrieben werden, die in Folge verkehrter Erziehung sich bilden mußte. Verdienten nicht weit mehr die Eltern diese Schläge? Nur aus solchen Erziehungsfehlern in der ersten Lebenszeit des Kindes geht gewöhnlich Charakterverderbniß hervor, die später die Kinder und Eltern unglücklich macht. Gewöhnung ist sonach die Hauptmacht bei der Erziehung; unterstützt wird sie durch den Nachahmungstrieb des Kindes. Viel kann der Mensch entbehren, nur den Menschen nicht! Freundlichkeit in der Stimme und Miene, im Blicke und überhaupt im ganzen Benehmen der Umgebung gegen das Kind übt einen großen Einfluß auf die Entwickelung des Gemüthes im Kinde aus und deshalb ist bei der Wahl der Wärterin desselben die größte Vorsicht anzuwenden. Erziehen die Eltern von mehreren Kindern das erste nur recht gut, dann wird dieses auf die Erziehung aller übrigen so vortheilhaft einwirken, daß dadurch den Eltern das so schwierige Erziehungsgeschäft sehr erleichtert wird. Redselige Mütter, die munter und drollig mit ihrem Kinde sprechen, erweisen ihm, ohne es zu ahnen, eine große Wohlthat, denn ihre Töne wirken nicht nur auf sein Gehör und seine Sprache, sondern bewegen sein ganzes Wesen und erregen nachhaltende Sympathien.

Von einem Willen ist beim Kinde lange keine Rede; erst wenn es durch selbstständige Anstrengungen aufsitzen, sich stellen und laufen lernt, beginnt die allmähliche Entwickelung des Willens; dagegen bildet sich sehr leicht die entschiedenste Willkür aus, die zu Eigensinn und Trotz ausartet, sobald die Erzieher dem Kinde Alles thun, was es will, und wenn sie sich durch Schreien etwas abzwingen lassen. —

Die Sinnesthätigkeiten sind, da nur durch diese die Geistesthätigkeit zu erwecken ist, wohl zu üben, deshalb ist aber auch auf die Bewahrung der Sinnesorgane vor Schaden die ängstlichste Sorgfalt zu verwenden. Durch Uebungen des Gesichts- und Tastsinnes, bestehend im Näher- und Fernerhalten zu beschauender und befühlender Gegenstände, soll das Kind nach und nach eine richtige Vorstellung vom Verhältniß der Größe und des Raumes bekommen; die Uebung des Gehörs trägt zur Schätzung des Raumes, der Richtung und Entfernung viel bei. Außerdem kann das Ohr aber auch noch durch Vorsingen oder Vorspielen reiner Töne und Melodien, sowie durch Vermeiden unreiner Töne an den Genuß des Wohlklanges gewöhnt werden. Allerdings sind diese Sinnesübungen im Säuglingsalter noch nicht so wichtig, wie im folgenden Lebensalter, aber ganz sollte man von denselben nicht absehen. Jedenfalls ist es von großem Vortheil, im Kinde wenigstens eine größere Aufmerksamkeit für Sinneserscheinungen zu erwecken, weil aus dieser später die Achtsamkeit und Wachsamkeit hervorgeht. Hierbei sei aber die Mutter insofern äußerst vorsichtig, als sie alle Sinnesübungen immer nur mit den gehörigen Pausen und in richtiger Wiederholung vornehmen darf.

**Krankheiten** im Säuglingsalter sind, obschon eigentlich bei richtiger Pflege nur wenige zu existiren brauchten, doch nicht nur sehr häufig, sondern auch gefährlich, oft tödtlich. Ein großer Theil der Menschen, der geboren wird, sinkt schon in der Kindheit wieder in's Grab.*) Die hohe Kindersterblichkeit rührt aber nicht etwa von der Zartheit und geringen Lebensfähigkeit des kindlichen Organismus her, sondern ist in der falsch geleiteten physischen Erziehung begründet. Unpassende Nahrungsmittel, kalte und unreine Luft für's Athmen, Erkältungen, besonders des Bauches, erzeugen Blutarmuth und Abzehrung, Lungenentzündung und Brechdurchfall, und dieses sind diejenigen Krankheiten, welche die meisten Säuglinge tödten, trotzdem daß eine richtige Behandlung dieselben verhüten und die Gefahr verringern könnte. Ungefährliche, aber Beschwerden erzeugende, abnorme Zustände sind: Verstopfungen (mit Leibschmerzen und Schmerzgeschrei), die stets nur durch Klystiere zu heben sind; Wundsein und Ausschläge, bei denen öftere Reinigung mit lauem Wasser und Bestreichen mit Glycerin, Glycerinsalbe (welche nicht ranzig wird), Kühlsalbe (Goldcream) oder frischem Talge den besten Erfolg hat; ferner das Zahnen

*) Die statistischen Zusammenstellungen haben ergeben, daß durchschnittlich $^1/_{10}$ aller Lebendgebornen bereits innerhalb des ersten Monats, $^2/_{10}$ vor Ablauf des ersten Lebensjahrs, $^1/_3$ im Laufe der ersten fünf Lebensjahre wieder verstirbt. Aus naheliegenden Gründen ist die Kindersterblichkeit in den übervölkerten großen Städten, besonders in Fabrikorten, viel bedeutender als in ländlichen und ackerbautreibenden Gegenden; ebenso sind uneheliche Kinder viel mehr als eheliche gefährdet.

mit seinen verschiedenen Beschwerden (s. S. 616). — Was das Einimpfen der Kuhpocken anbelangt, deren Schutzkraft gegen die echten Menschenpocken nicht länger bezweifelt werden kann (s. bei den Infectionskrankheiten), so ist dasselbe nicht in den ersten Monaten des Lebens sowie keinen Falls zur Zeit des Zahnens oder Entwöhnens vorzunehmen. Ausnahmen hiervon sind nur bei ausbrechenden Pockenepidemieen gerechtfertigt. Um die Uebertragung von ansteckenden Krankheiten (Scrophulose, Syphilis) auf den Impfling zu verhüten, lasse man die Impfung nur mit animaler d. h. direct vom Kalb entnommener Lymphe vornehmen.

**Gesündigt** gegen den Säugling wird häufig durch zu zeitiges aus dem Bettchen-Nehmen und Aufsitzenlassen, sowie durch zu zeitige Steh- und Laufübungen; — durch Austragen in's Freie bei kalter, rauher, staubiger Luft; — durch Erkältung des Bauches; — durch zugige, unreine (staubige, rauchige) Zimmerluft; — durch das Herumtragen, Schaukeln, Wiegen, Einbischen; — durch falsche Nahrung (besonders stärkemehlhaltige Stoffe) und Zulpe; — durch Unreinlichkeit am Körper und in der Umgebung des Säuglings; — durch übermäßiges Aufregen (beim Spiel, Sinnesübungen u. dergl.); — durch Nachgeben beim Schreien des eigensinnigen Kindes.

## III. Das Kindesalter.

Das Kindesalter erstreckt sich vom Entwöhnen des Säuglings, also etwa vom Ende des ersten Lebensjahres, bis zum beginnenden Zahnwechsel im siebenten Jahre, und könnte deshalb auch das Alter der Milchzähne genannt werden (s. S. 398). Das Kind wächst in diesem Zeitraume bis etwa 104 Ctm. und wird ungefähr 20 Kilogramm schwer; im Durchschnitt nimmt jährlich seine Länge um 5—7 Ctm. und sein Gewicht um $1^3/_4$ Kilogramm zu; jedoch ist diese Zunahme in den ersten Jahren dieses Alters größer als in den späteren. Im Verhältniß zum Rumpfe nimmt die Größe des Kopfes fortdauernd ab und die der Gliedmaßen zu, obschon das Gehirn im Schädel fortwährend wächst. Das Herz schlägt etwa 85 bis 90 Mal. Dieses Alter, welches sich durch eine verhältnißmäßig rasche körperliche und geistige Ausbildung vor allen anderen Lebensaltern auszeichnet, läßt sich recht wohl in zwei Abschnitte trennen, nämlich in das erste und zweite Kindesalter. Ueber die Krankheiten in diesem Alter s. später.

Das **erste Kindesalter** umfaßt das zweite, dritte und bei manchen etwas zurückgebliebenen Kindern auch noch das vierte Lebensjahr. Kauen, Gehen, Spielen und Sprechen sind die Bewegungen, welche die in diesem Lebensalter allmählich freier werdende Selbstthätigkeit des Kindes verkünden. Anfangs zeigt sich in diesem Alter noch eine ziemlich bedeutende Gebrechlichkeit und nicht geringe Sterb-

lichkeit, bald nimmt aber das Widerstandsvermögen gegen schädliche Einflüsse rasch zu und so das Krankheits- wie Sterblichkeitsverhältniß entsprechend ab.

Bei der **Erhaltung** des Kindes in diesem Alter, ist wie beim Säugling noch große Sorgfalt auf die Nahrung, Luft, Hautreinigung, Temperatur, das Schlafen und die Sinne zu verwenden. — Die Nahrung muß anfangs vorzugsweise noch aus Milch reiner Kuhmilch mit etwas Milchzucker) bestehen, und nur allmählich von der flüssigen zur dünn- und dickbreiigen, endlich zur festen Form übergehen. Deshalb gebe man zuerst Fleischbrühe mit Ei und den verschiedenen Mehlwaaren (besonders Zwieback, Weißbrod, Gries u. s. w.), später sehr weiches und ganz klein geschnittenes Fleisch und Mehl- oder Milchspeisen; endlich die leichtverdaulichen und nahrhaften, reizlosen Nahrungsmittel des Erwachsenen (s. S. 507, 512 u. 523). Zu warnen ist besonders vor dem Genusse von reizenden Speisen und Getränken (Gewürzen, Kaffee, Thee, Wein, Bier); auch dürfen Kartoffeln und Kartoffelspeisen, sowie Schwarzbrod (Stoffe, zu denen das Kind gerade recht großen Appetit hat) nur äußerst mäßig genossen werden. Man thut gut, jetzt schon das Kind an Wassertrinken (bei oder nach dem Essen) zu gewöhnen, jedoch darf das Wasser nicht zu kalt gereicht werden. Es ist eine sehr schlechte Mode der Eltern, kleinen Kindern von allen Speisen und Getränken, die sie selbst genießen, etwas abzugeben. Um dies zu umgehen, nehme man, wenn die Eltern zu schwach sind dem Kinde von ihm gewünschtes, aber unpassendes Essen zu versagen, das Kind beim Essen lieber nicht mit an den Tisch. Richtiger ist es aber sicherlich, die Kinder bei Zeiten daran zu gewöhnen, nicht von Allem haben zu wollen. — Die Luft, in welcher das Kind (besonders während des Schlafens) athmet, sei von mittlerer Wärme (+ 12—14° R.) und so rein als nur möglich; deshalb halte sich das Kind auch viel im Freien auf, natürlich mit der gehörigen Vermeidung von rauher, kalter, staubiger und Zugluft, weil diese sehr leicht Krankheiten im Athmungsapparate (Bräune, Keuchhusten, Lungenentzündung) veranlaßt. Namentlich im Schlafzimmer soll die Luft gehörig rein und gut ventilirt sein, eine Forderung, gegen die in den großen Städten außerordentlich viel gesündigt wird. — Die Reinigung der Haut ist noch täglich durch Baden oder Waschen des ganzen Körpers mit warmem Wasser zu besorgen und höchstens bei Unwohlsein des Kindes (bei Schnupfen) ein- oder einigemale auszusetzen. — Die Temperatur, deren ein kleines Kind zu seinem Gedeihen bedarf, ist, obschon die Wärmeerzeugung im kindlichen Körper zunimmt und Kälte weniger nachtheilig als im Säuglingsalter auf denselben einwirkt, doch noch eine ziemlich warme. Vorzüglich sind Erkältungen des Bauches und der Füße ängstlich zu vermeiden, weil diese nicht selten Ursache gefährlicher Krankheiten werden. Nur allmählich gewöhne man

das Kind, im dritten oder vierten Lebensjahre, an kältere Luft (dünnere Kleidung) und kälteres Wasser. Die Abhärtung der Kinder dieses Alters durch Kälte ist eine durchaus unnatürliche und hat in der Regel, als zu reizend auf die Empfindungsnerven der Haut wirkend, schlimmen Einfluß auf das Gehirn und das Nervensystem. — Das Schlafen ist für kleine Kinder, die doch ihre Muskeln eben erst gebrauchen lernen und deshalb ordentlich ausruhen müssen, auch bei Tage unentbehrlich. Man lege deshalb das Kind zur bestimmten Zeit (nach dem Essen, um die Mittagszeit), entweder im Nachtkleide oder doch in ganz lockerer Kleidung, in oder auf das Bett. Damit der Schlaf ruhig und nicht durch Träume gestört sei, vermeide man kurz vorher alle starken Sinnesreize und geistigen Aufregungen (Spiele, Erzählungen). — Die Sinne verlangen beim Kinde die größte Schonung und sorgfältigste Behandlung, sowie eine passende Erziehung, vorzüglich müssen sie vor zu starken Reizungen geschützt werden. Vom Auge ist ebensowohl zu starkes Licht wie lange Dunkelheit abzuhalten, auch dürfen nicht kleine Gegenstände sehr nahe an das Auge gebracht werden. Dem Ohre können sehr starke, wie sehr scharfe und grelle Töne schaden, sowie auch starke Gerüche und scharf schmeckende Stoffe dem Geruchs- und Geschmackssinn leicht Nachtheil bringen.

Auf die **Erziehung** im ersten Kindesalter müssen die Eltern ihr ganz besonderes Augenmerk richten, weil jetzt schon der Grund ebenso zum Guten wie zum Bösen gelegt wird. Ja es lassen sich die ersten drei Lebensjahre als der wichtigste Abschnitt in der Erziehung betrachten. Leider sehen gerade in dieser Zeit die meisten Eltern bei der ersten geistigen und körperlichen Entwickelung ihres Kindes ruhig zu und überlassen sie größtentheils dem Zufalle sowie ungebildeten und unbeaufsichtigten Dienstleuten, anstatt dieselbe durch zweckmäßiges Eingreifen richtig zu leiten. Wenn sie nur wenigstens durch gutes Beispiel die Kinder erzögen, da der Nachahmungstrieb im Kinde ein so mächtiger Hebel für die Erziehung ist! Allein die wenigsten Eltern wollen glauben, daß die Richtung, die der Geist schon frühzeitig annimmt, mit ihm wächst und unaustilgbar bleibt.

Die **körperliche** Erziehung sei auf den Nahrungsgenuß, den Schlaf, die Bewegungen und die Reinlichkeit gerichtet. Die Nahrung werde zu fest bestimmten Zeiten gereicht, und dabei gewöhne man das Kind dieselbe nicht zu hastig, sondern ruhig und reinlich zu sich zu nehmen. Sitzt das Kind dabei am Familientische, so gewöhne man dasselbe ja nicht an das Naschen von dieser oder jener Speise der Erwachsenen, sondern halte streng an der kindlichen Nahrung. — Schlafen darf das Kind nur in seinem eigenen Bettchen, und zwar ohne daß besondere Hülfsmittel (Einsingen, Erzählen u. dergl.) zum Einschlafen angewendet werden. Spätes Zubettgehen, welches so viele schwache Eltern gestatten, wirkt in diesem Lebensalter außerordentlich

nachtheilig. Die Hände des schlafenden Kindes sollen immer auf dem Deckbette liegen, wie auch am Tage darauf zu sehen ist, daß dieselben nicht an die Geschlechtstheile gebracht werden. — Hinsichtlich der Bewegungen ist die Hauptregel, dem Kinde so wenig als möglich Hülfe zu leisten, damit es bei Zeiten durch selbstständige Anstrengungen seinen Willen übe und Geschicklichkeit erlange. Wohl aber veranlasse man dasselbe zum Nachahmen gewisser Bewegungen mit Händen und Füßen, wie zum Ergreifen und Führen des Löffels und Bechers zum Munde, zum Fassen und ruhigen Tragen von Gegenständen, zum Werfen und Auffangen, zum Hüpfen und Springen, zum Gerade- und Auswärtsgehen und Stehen. Man vermeide alle zu lange anhaltenden, einförmigen und sehr anstrengenden Bewegungen (besonders das Treppensteigen, Weitgehen), sowie langdauerndes Aufrechtsitzen, zumal bei schwächlichen Kindern, die sich bald hier, bald da anlehnen oder zusammensinken. Richtige Abwechselung im Bewegen (der rechten und linken Seite, der oberen und unteren Körperhälfte), im Sitzen und Liegen (am besten auf dem Rücken und auf einer Matratze) ist einem Kinde am heilsamsten. Allerdings scheint die beständige Beweglichkeit und der Thätigkeitstrieb beim Kinde, wie das Springen und Herumjagen junger Thiere, der Gesundheit (vielleicht durch Bethätigung der Ernährungsprocesse und Abarbeiten des Nervensystems) dienlich zu sein. Planmäßige, dem Turnen ähnliche Körperübungen lassen sich recht gut schon im ersten Kindesalter vornehmen und tragen nicht wenig zur Kräftigung der Musculatur und Stärkung der Gesundheit bei; eine ausführliche Anweisung hierzu findet sich in Schildbach's „Kinderstubengymnastik", auf welche hiermit verwiesen sei. Beim Führen des Kindes an der Hand wechsele man öfters mit der rechten und linken Hand ab, weil sonst dem Kinde leicht eine schiefe Körperhaltung angewöhnt wird. Eben deshalb muß auch beim Tragen des Kindes auf dem Arme öfters zwischen dem rechten und linken gewechselt werden. — Die Ausbildung der Sprache unterstützt man durch deutliches Vorsprechen und gleichzeitiges Vorzeigen von Gegenständen, um Laut und Vorstellung in inniger Verbindung mit einander im Gehirne einzuprägen. Dem zur gefährlichen Gewohnheit werdenden Verunstalten der Sprache (Abkürzen und Verderben der Worte) trete man entschieden entgegen und ahme dasselbe nicht etwa selbst nach. — An Reinlichkeit, in Bezug auf die Ausleerungen, den Körper und die Kleider, das Essen und Trinken, muß ein Kind schon vom Anfange dieses Lebensalters an streng und entschieden gewöhnt werden. Es muß seine natürlichen Bedürfnisse durch bestimmte Ausdrücke zu bezeichnen und später allein ordentlich zu verrichten lernen; es werde schon frühzeitig angeleitet, beim Essen und Trinken reinlich zu sein, seine Zähne sich gehörig reinigen zu lassen und später selbst zu reinigen, sowie die Kleidung nicht muthwillig zu beschmutzen. Freilich artet

dieses letztere Reinlichsein manchmal (bei Müttern, die aus ihren Kindern Staatspüppchen machen wollen) auch bis zum Ungehörigen aus. — Was die Kleidung betrifft, so ist Kopf und Hals, bei Tag und Nacht bloß zu lassen und nur beim Aufenthalt im Freien gegen Sonne und Kälte gehörig zu schützen. Die Kleiderchen seien kurz und locker, damit das Kind seine Glieder so frei als möglich bewegen könne; die Unterkleider und Hosen sollten nicht durch Binden an den Körper befestigt, sondern durch Schulter- oder Tragbänder gehalten oder an ein langtailliges und bequemes Leibchen angeknöpft werden. Das Gewicht der Kleider muß überhaupt ganz und gar auf den Schultern ruhen. Zur Fußbekleidung sind einbällige, genau passende Stiefelchen am zweckmäßigsten, indem sie nicht nur die gute Bildung des Fußes, sondern auch das Laufen am besten unterstützen. Natürlich muß die Kleidung nach der Jahreszeit und Lufttemperatur eine wärmere oder eine dünnere sein. Zarte Kinder und solche, die sehr zum Schnupfen geneigt sind, lasse man den Winter hindurch weiche wollene Strümpfe tragen.

Die **geistige** Erziehung im ersten Kindesalter hat es hauptsächlich mit der Uebung der Sinne (durch welche ja erst die geistige Thätigkeit des Gehirns erregt wird), dem Unterscheiden von Recht und Unrecht und mit dem Gewöhnen an Gehorsam und Beschäftigung zu thun. Auch hier ist übrigens das Hauptgesetz: man halte Alles vom Kinde ab, an was es sich nicht gewöhnen soll, und wiederhole beharrlich Das, was ihm zur anderen Natur werden soll, natürlich stets mit der gehörigen Abwechselung zwischen Thätigkeit und Ruhe, sowie mit ganz allmählicher Steigerung der Thätigkeit. Leider überlassen es die meisten Eltern dem Zufalle, wie sich die Sinne und frühesten Geistesfähigkeiten des Kindes ausbilden, und entziehen dadurch demselben für die Folge eine Menge von Bildungsmaterial, sowie von Lebensfreuden. — Der Gesichtssinn verlangt ganz besonders eine zweckmäßige Uebung, und zwar nicht blos in Bezug auf den Umfang des Sehens, daß man nämlich sowohl nahe als ferne Gegenstände mit der möglichst größten Deutlichkeit erkennt, sondern auch in Bezug auf die Schärfe, Schnelligkeit und Ausdauer, mit welcher man zu sehen vermag. Man lasse deshalb das Kind im Freien ferne, bald größere, bald kleinere Gegenstände mit den Augen erfassen und verfolgen, gewöhne dasselbe einzelne Gegenstände (Bilder, Spielzeug, Thiere, Pflanzen u. s. w.) ordentlich und mit Aufmerksamkeit in verschiedener Entfernung und Stellung anzusehen und später auch bei kürzerem Anschauen schnell wieder zu erkennen. — Der Gehörsinn ist in Bezug auf Schärfe (schwache und entfernte Töne zu hören) und auf Feinheit (hohe, tiefe, reine und falsche Töne zu erkennen), sowie auf Richtung und Entfernung des Schalles zu üben. Man leite deshalb das Kind an, mit Aufmerksamkeit zu hören, und errege frühzeitig

Lust an Musik und Gesang in ihm. — Der Geruchssinn läßt sich recht wohl auch durch Uebungen im Erkennen und Unterscheiden von verschieden riechenden Stoffen verfeinern und schärfen, so daß er später ebensowohl zum Wohle wie zum Vergnügen des Menschen besser gebraucht werden kann. — Die Uebungen des Geschmackssinnes dürfen nicht zu zeitig und mit zu verschiedenartigen wohlschmeckenden Stoffen vorgenommen werden, weil sie sonst sehr leicht zur Leckerei, Näscherei und Gutschmeckerei führen. — Der Tastsinn, welcher seinen Hauptsitz in den Fingerspitzen hat, kann schon zeitig insoweit geübt werden, daß er zum Erkennen stechender und schneidender Gegenstände vom Kinde benutzt wird. Später sind aber regelmäßige Tastübungen (mit geschlossenen Augen) zum Unterscheidenlernen der verschiedenen fühlbaren Eigenschaften der Körper und so zur Bildung eines feinen Tastsinnes vorzunehmen. — Das Allgemeingefühl (Empfindungsvermögen) ist bei der Erziehung des Kindes nicht außer Acht zu lassen und zwar hauptsächlich in Bezug auf Beherrschung unangenehmer Empfindungen zu üben (s. S. 575). Die Erzieher müssen dazu freilich selbst dem Kinde ein gutes Beispiel geben, häßliche und abstoßende Thiere angreifen und durch das Kind angreifen lassen, sich nicht gleich über Alles entsetzen und ekeln, bei Ueberraschungen Ruhe behaupten und nicht außer sich gerathen. Man bedenke, daß der Nachahmungstrieb beim Kinde so groß ist, daß es sich sehr schnell ebenso das Gute wie Schlechte seiner Umgebung angewöhnt, sowie Mienenspiel und Gesichtsausdruck derselben (das Heiter- und Mürrischsein u. dergl.) leicht und gern nachahmt. Man hüte sich auch, bei jedem Stoße oder Falle, bei Verletzungen oder Unwohlsein des Kindes in lautes Jammern und Wehklagen auszubrechen, das Kind zu bemitleiden und leidenschaftlich zu liebkosen; man beachte lieber viele dieser Zufälle gar nicht, lache darüber oder rede dem Kinde ruhig zu. Ebenso suche man die Verdrießlichkeit und Uebellaunigkeit eines gesunden Kindes nicht etwa durch Reiz- oder Beschwichtigungsmittel zu verscheuchen, wohl aber durch unterhaltende Beschäftigung (weil die Langeweile sehr oft die Quelle von Mißstimmung und Launenhaftigkeit ist), sowie durch Nichtbeachtung oder Strafe. Selbst beim Kranksein des Kindes taugt das stete Bekümmern um dasselbe durchaus nichts, während das ruhige Liegen im Bett schon an sich heilsam ist. Durch übertriebene ängstliche Liebkosungen wird bei einem kranken Kinde das Uebel erfahrungsgemäß nur immer schlimmer gemacht.

Die Haupttugend eines Kindes, welche ihm in diesem Lebensalter schon anerzogen und zur anderen Natur werden muß, ist der Gehorsam, da dieser einen festen Grund für die spätere Erziehung legt und letztere also sehr bedeutend erleichtert. Freilich läßt sich der Gehorsam dem Kinde nur durch die consequenteste und gleichförmigste Behandlung und Gewöhnung an das Gehorchen beibringen; auch

versteht es sich ganz von selbst, daß die Erzieher hierbei mit gehöriger Umsicht und Verständniß, nicht etwa nach zufälliger Laune verfahren. Man verbiete Nichts, was man nicht wirklich hindern kann, und niemals im Scherze oder mit Lachen, sondern ruhig und mit wenigen Worten. Was dem Kinde einmal befohlen wurde, muß es vollziehen, und jedem Verbote muß es sofort Folge leisten; was sich das Kind ferner nicht angewöhnen soll, aber doch thut, darf nicht blos manchmal, sondern muß stets verboten werden, bis ihm endlich dieses frühere Thun und Treiben fast unmöglich wird. Vorzüglich ist bei Kindern mit lebhafterem Temperamente die größte, aber ruhigste Strenge und Consequenz beim Gehorchen anzuwenden. Am allerwenigsten natürlich dürfen Erzieher den Gehorsam des Kindes erbitten oder erschmeicheln wollen. — Mit Hülfe des Gehorsams können und müssen zuvörderst nun die Kinder zum Rechten (zur Moral) gewöhnt werden, so daß sie schon in der Zeit, wo sie in Folge der Sinnes- und Empfindungseindrücke ihr Ich von der Außenwelt getrennt zu fühlen gelernt haben und zum Selbstbewußtsein gelangt sind (im dritten oder vierten Jahre), eine gute moralische Grundlage durch bloße Angewöhnung haben, auf welcher dann mit Hülfe des wachsenden Verstandes fortgebaut werden kann. Der Mensch, welcher aus Gewohnheit gut ist, bleibt bescheiden, weil er glaubt, daß er gar nicht anders sein könne, als er eben ist. Während man Alles, was man gewöhnlich Unterricht und Lernen nennt, vor dem siebenten Jahre ganz unterlassen sollte, ist dieses gerade die für die Ausbildung des moralischen Menschen und eines ehrenwerthen Charakters wichtigste Periode. Denn jetzt läßt sich noch mit leichter Mühe dem kindlichen Gehirne durch richtige Gewöhnung das Gefühl für Rechtes und Gutes so einimpfen, daß dies für die ganze Folgezeit darin eingewachsen bleibt. Aber dann dürfen die Eltern freilich dem Kinde keine Lüge und Veruntreuung, keinen Trotz und Eigensinn, keine Selbstsucht und Unsittlichkeit, kurz keinen Fehler, den sie vom Kinde fernzuhalten wünschen, nachsehen, sondern müssen alle solche Vergehungen jedesmal unerbittlich bestrafen. Sobald sich jedoch Eltern über die possirlichen Unarten ihres Kindes gar freuen, demselben nichts versagen können und die Erziehung, sowie Bestrafung bis zu der Zeit verschieben wollen, wo, wie man zu sagen pflegt, beim Kinde der Verstand kommt, da steht für Eltern und Kind eine traurige Zukunft bevor. Die Strafe, die natürlich dem Temperamente des Kindes angepaßt werden muß und bei vielen Kindern gar nicht in Schlägen (obschon diese in den meisten Fällen gar nicht zu entbehren sind) zu bestehen braucht, soll ein Zuchtmittel sein, welches nur so lange anzuwenden ist, als das Kind noch kein ausgebildetes Selbstbewußtsein hat, also in den drei bis vier ersten Lebensjahren. Nach dieser Zeit sollte ein Kind bei dem jetzt entwickelten Verstande so gehorsam sein, daß nur noch sanfte Ermahnungen zu seiner weiteren

Erziehung hinreichten. Ich wiederhole: ein Kind, welches nach dem vierten Jahre noch Schläge verdient, ist ein verzogenes; ein Kind darf sich gar nicht bis zu der Zeit zurückerinnern können, wo es Schläge bekam. Ein sehr gefährliches und deshalb nur in sehr beschränkter Weise (als Anerkennung, nicht als Lohn) anzuwendendes Erziehungsmittel ist die Belohnung, denn wer mit Bewußtsein Rechtes und Gutes nur der Belohnung wegen thut, ist ein erbärmlicher Mensch. Es drückt die Erwartung einer Belohnung dem guten Benehmen und der Folgsamkeit des Kindes nur zu leicht den Charakter des Eigennutzes und der Käuflichkeit auf. Ein liebevolles Benehmen der Eltern gegen das folgsame Kind muß für dasselbe die schönste Belohnung sein. Ebenso kann auch das stete Beloben dem Kinde sehr leicht schaden und die Natürlichkeit in seinem guten Benehmen in Eitelkeit und Ehrsucht umwandeln. Selbst mit den Liebkosungen müssen Eltern vorsichtig sein; denn sind sie zu heftig und leidenschaftlich, so kann sich das Kind leicht eine ähnliche Leidenschaft angewöhnen, oder, wenn die Liebkosungen in den späteren Jahren ruhiger und kleineren Geschwistern zugewendet werden, sich für zurückgesetzt und gekränkt halten. — Was das Strafen betrifft, so ist hierbei mit großer Umsicht zu verfahren; zunächst muß jede Strafe, wenn sie wirksam sein soll, vorher angedroht sein und darf sich nur auf einen genau bestimmten Fall beziehen; sie muß in diesem Falle aber stets sofort, ruhig und leidenschaftslos erfolgen, niemals aber im Zorne und überhaupt in großer Aufregung. Man glaube ja nicht, daß eine Verstärkung der Strafe besser zum Ziele führt, als eine mildere, und behalte deshalb für jedes Vergehen seine bestimmte Strafe bei. Nach überstandener Strafe sei sofort das Frühere vergessen, man drohe nicht weiter, sondern verzeihe dem Kinde vollkommen, trage nicht nach und nehme an, es sei gebessert. Ein ganz falsches Benehmen gegen das Kind, besonders wenn es gefehlt hat, ist das ironische, weil es der Offenheit Eintrag thut und dem Kinde als liebloser Scherz erscheinen könnte. Es lassen sich übrigens dem Kinde eine Menge Strafen ersparen, wenn man demselben gleich von der ersten Jugend an die Gelegenheit sich Falsches anzugewöhnen entzieht und dafür das Rechte angewöhnt. So läßt sich z. B. dem Kinde Achtung vor dem Eigenthume Anderer dadurch beibringen, daß man ihm nicht alle Gegenstände zu nehmen erlaubt, die es wünscht und die Anderen gehören, dagegen aber sein eigenes Spielzeug nicht entzieht. Die Ordnungsliebe ist schon ganz kleinen Kindern einzuimpfen, indem man jedes Spielzeug desselben an seinen Platz stellen und später das Kind ordentlich aufräumen läßt, sobald es nicht mehr spielt. Ebenso ist der Sinn für Reinlichkeit und Schamhaftigkeit (Sinn für anständiges Gebahren beim Besorgen natürlicher Bedürfnisse, beim Waschen, Baden und Ankleiden) durch zeitige Gewöhnung für alle

Zeiten bleibend anzuerziehen. Aufrichtigkeit und Wahrheitsliebe, die nicht zeitig genug entwickelt werden können, erzeugen sich im Kinde am besten dadurch, daß man selbst gegen dasselbe vollkommen wahr und offen ist und niemals schlaue Lügen desselben belächelt, wohl aber selbst unschuldige Unwahrheiten bestraft. Am besten sichert man das Kind vor der Angewöhnung einer Menge von Fehlern, wenn man dasselbe durch Spiel, Unterhaltung und Zerstreuung richtig zu beschäftigen versteht. — Zur richtigen Verstandesbildung sind in diesem Lebensalter nur Sinnesübungen anzustellen und zwar am besten in Form des Spieles. Spielend müssen die Kinder in die Wunder der Schöpfung eintreten, und ganz recht sagt Tilt: „Die ganze geistige Entwickelung der ersten sieben Jahre sollte nur an Spiele und geistige Unterhaltung geknüpft werden; der kindliche Geist muß eine Menge Belehrung über die Natur und Eigenschaften der Dinge sammeln, ehe er zum ersten Male an dem regelmäßigen und systematischen Schulunterricht sich betheiligen kann." Man erinnere sich stets daran, daß erst Sinneseindrücke das Gehirn zu seinem (geistigen) Thätigsein erwecken, was aber mit der größten Vorsicht und ganz allmählich geschehen muß, wenn dieses Organ nicht Schaden nehmen soll, und daß Das, was wir durch unsere Sinne in uns aufnehmen, innerhalb des Gehirns zu Vorstellungen, Begriffen, Urtheilen und Schlüssen verarbeitet, also zur Verstandesbildung verwendet wird. Selbst das Spielzeug, was natürlich auch der Gesundheit nicht schädlich sein darf (durch seine Farbe und Form), muß hierzu benutzt werden und sollte deshalb nicht in Zuvielerlei bestehen, sondern immer nur in einigen wenigen Sachen, die aber das Kind genau kennen lernen sollte. — Zur Entwickelung und Uebung des Willens (ja nicht etwa mit Willkür und Eigensinn zu verwechseln) dienen im Kindesalter theils Bewegungsübungen, die aber so wenig als möglich von Anderen zu unterstützen sind, theils Anregungen zum Thun von Etwas, bei dem Unangenehmes oder Hindernisse zu überwinden sind.

Das **zweite Kindesalter** (das Kindergartenalter) begreift das vierte, fünfte, sechste und bei vielen in der Entwickelung zurückgebliebenen Kindern auch noch das siebente Lebensjahr in sich. Es zeichnet sich dieses zweite vor dem ersten Kindesalter wesentlich dadurch aus, daß in ihm Krankheiten und Todesfälle weit geringer an Zahl sind, während die körperliche und geistige Ausbildung ebenso rasch vorwärts schreitet. Das Kind ist jetzt so ziemlich Herr aller seiner Bewegungen und hat bedeutend an Sprachfertigkeit gewonnen; noch ist aber sein Gehirn im Wachsthum begriffen und verlangt deshalb die größte Schonung. Von Bestrafung, zumal Schlägen, sollte jetzt, wenn nämlich die Erziehung im ersten Kindesalter richtig geleitet wurde, keine Rede mehr sein, und nur die Liebe des Kindes zu den

Eltern, sowie sein Gefühl und Verstand sollten noch als Erziehungsmittel benutzt werden. Während im ersten Kindesalter, wo das Kind noch gar keine Sehnsucht nach anderen Kindern fühlt und sich durch Spielen recht gut allein unterhält, das Kind für sich allein erzogen werden kann, sollte im zweiten Kindesalter, zu welcher Zeit das Kind gern mit anderen Kindern spielt, die Erziehung des Kindes auch gleichzeitig mit anderen, aber freilich gut erzogenen Kindern oder doch unter sachverständiger Aufsicht stattfinden. Es ist darum jetzt die Zeit, das Kind dem Kindergarten (der Spielschule) zu übergeben, zumal da in diesem Lebensalter die Erziehung des Kindes von Seiten der meisten Eltern sehr unzureichend und mangelhaft ist. Ganz mit Unrecht behauptet man übrigens, der Kindergarten — in welchem das Kind unter Spielen von einer, Mutterstelle vertretenden Erzieherin zur Schule vorbereitet werden soll — entfremde die Kinder dem elterlichen Hause. Dies ist nur bei solchen Kindern der Fall, welche früher zu Hause eine falsche Erziehung genossen haben oder zur Zeit noch genießen, und denen es überhaupt im elterlichen Hause nicht gefällt.

Die **Erhaltung** des Menschen im zweiten Kindesalter verlangt wie die im ersten Kindesalter: eine reizlose, nahrhafte, leicht verdauliche, gehörige fetthaltige Kost aus thierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln (auch gutes, reifes Obst aller Art, natürlich nicht im Uebermaß) neben hinreichendem Genusse von Flüssigkeit (Milch, Wasser); sodann reine Luft (bei Tag und Nacht), Aufenthalt und Bewegung im Freien so oft als möglich; gehörige Reinigung der Haut (durch Waschungen und Bäder); hinreichenden Schlaf oder doch Ruhen nach Körperanstrengungen und die größte Schonung der Sinnesorgane (s. S. 578). Hinsichtlich des Warmhaltens, welches in den früheren Lebensjahren das Gesundbleiben außerordentlich unterstützt, so können jetzt die ersten Anfänge zur allmählichen Abhärtung dadurch gemacht werden, daß zu den Bädern und Waschungen zuerst laues, dann kühles und endlich kaltes Wasser (Flußbad) verwendet, sowie die Kleidung nach und nach immer dünner gewählt wird. Ein plötzlicher Uebergang von der warmen zur kalten Behandlung des Kindes taugt durchaus nichts, und letztere verfehlt dann nicht nur ihren Zweck ganz und gar, sondern kann auch als widernatürliches Reizmittel wirken und Blutarmuth (Bleichsucht), sowie nervöse Reizbarkeit veranlassen. Kräftigere Kinder mag man durch vorsichtige Abreibungen mit nach und nach kühler (von 20 bis 14° R.) zu wählendem Wasser und darauffolgendes mäßiges Frottiren gegen äußere Temperatureinflüsse und Erkältungen abhärten.

Bei der **Erziehung** in diesem Lebensalter ist, wie überhaupt bei der Kindererziehung, die Hauptaufgabe der Erzieher: im Kinde neben dem Gehorsam die Ueberzeugung hervorzurufen, daß es nicht von einer schwachen Hand geleitet wird, welche bei seinen Launen schwankt oder

seinem Widerstande weicht. Diese Ueberzeugung läßt sich aber recht leicht durch consequentes, gleichförmiges Benehmen der Erzieher gegen das Kind erwecken. Ueberhaupt müssen Eltern durch ihre Handlungsweise dahin streben, daß im Kinde, welches jetzt ein ziemlich scharfes Auge für alle Fehler Derer hat, die es umgeben, niemals der Glaube an die mütterliche und väterliche Autorität erschüttert werde. Nichts dringt so fest und tief in die Seele des Kindes, als der Einfluß des Beispiels. Durch dieses muß das Kind jetzt auch lernen, um Alles zu bitten und für Alles zu danken.

Was die **körperliche** Erziehung betrifft, die großentheils noch nach den für das erste Kindesalter gegebenen Regeln einzurichten ist, so müssen zuvörderst die verschiedenen Bewegungen des Kindes gehörig in's Auge gefaßt und so geleitet werden, daß sie allmählich mit immer mehr Sicherheit, Ruhe, Geschicklichkeit, Anstand und Anmuth geschehen. Zu diesen Bewegungen gehören aber nicht blos die der Beine, Arme und des Rumpfes, sondern auch die des Kopfes, Gesichtes und der Sprachorgane. So ist z. B. beim Essen darauf zu halten, daß dasselbe nicht mit dem höchst widerlichen Schnalzen geschieht und daß feste Nahrungsmittel tüchtig zerkaut werden, daß beim Gehen Körper und Füße eine gute Haltung haben, daß kein entstellendes Mienenspiel zur Angewohnheit wird, daß sich die Sprache nicht mangel- oder fehlerhaft ausbildet u. dergl. mehr. Uebrigens sind alle anstrengenderen Bewegungen der Körperconstitution richtig anzupassen, wenn sie nicht Schaden bringen sollen (s. S. 600). Der Sinn für Reinlichkeit, Schamhaftigkeit, Ordnungsliebe und Pünktlichkeit, wozu schon in dem ersten Kindesalter der Grund gelegt werden muß, kann bei Kindern gar nicht stark genug ausgebildet werden, da er großen Einfluß auf das spätere Leben hat. Deshalb halte man auf Rein- und Guterhalten des Spielzeuges und der Kleidung, auf das Aufräumen der Sachen, sowie auf Pünktlichkeit im Essen, Schlafen und Ankleiden des Kindes, überhaupt auf Regelmäßigkeit in der Lebensordnung.

Die **geistige** Erziehung darf sich, was die Bildung des Verstandes betrifft, immer nur noch auf die Ausbildung der Sinne, sowie auf längere Fesselung der Aufmerksamkeit des Kindes auf Gegenstände beschränken; es kann jedoch schon angefangen werden, die von Naturgegenständen im Gehirne erzeugten Sinneseindrücke (Hirnbilder) zur Bildung des Gedächtnisses und Vorstellungsvermögens, überhaupt zum Denkenlernen zu verwenden; doch ist bei diesem geistigen Thätigsein die körperliche Beschaffenheit des Kindes wohl zu beachten sowie jede Ueberreizung und Ueberanstrengung des Gehirns sorgsam zu verhüten, da durch sie leicht der Grund zu Nervosität, Hirnkrankheit und Geistesschwäche gelegt werden kann. — Der Wille läßt sich durch

Ueberwinden von Hindernissen, Furcht und unangenehmen Zuständen immer mehr kräftigen, denn erweckt mußte er schon im ersten Kindesalter werden. Nur hüte man sich, das Kind zu erschrecken, denn der absichtlich herbeigeführte Schreck wirkt, wie die tägliche Erfahrung lehrt, nicht nur schädlich, er erregt auch Furcht und diese macht das Kind feige und heuchlerisch. Natürlich ist der Wille möglichst früh zur Ausübung des Guten, zu Thaten der Menschenliebe zu erziehen. — Am leichtesten erleidet jetzt das Gefühl oder Gemüth eine verkehrte Erziehung, wenn nämlich die Empfindungsthätigkeit des Gehirns vorzugsweise angeregt und unterhalten wird, ohne daß die erlittenen Gefühlseindrücke durch gleichzeitige zweckmäßige Verstandes- und Willensanregungen bekämpft und in Schranken gehalten werden. Man glaubt dadurch gefühlvolle Menschen zu erziehen, bildet aber nur sentimentale Schwärmer, die, für das praktische Leben untauglich, weder sich selbst noch Anderen vernünftig zu rathen und zu helfen im Stande sind. Ebenso nachtheilig für die Zukunft des Kindes kann es werden, wenn durch öfteres Erzählen von Märchen, Geister-, Feen-, Räuber- und anderen Geschichten die Einbildungskraft desselben widernatürlich ausgebildet und das Gemüth für romanhafte Auffassungen und Aberglauben empfänglich gemacht wird. Dagegen läßt sich ein fester Grund zur echten Religiosität und Moralität dadurch legen, daß man im Kinde Ehrgefühl (ja nicht etwa Ehrsucht) und das Gewissen zu entwickeln sucht, von denen das erstere den Menschen zwingt, das Rechte und Gute, ohne alle Nebenabsicht und Eigennutz, blos aus Selbstachtung, zu thun, das letztere aber bei Vergehungen ein unbestechlicher Richter ist. Ein ehrenwerther Mensch wird niemals das Böse der Strafe wegen meiden und das Gute der Belohnung halber thun. — Man kann jetzt bisweilen das Kind hinsichtlich seiner Aufrichtigkeit und Wahrheitsliebe auf die Probe stellen, doch darf dies nur mit großer Vorsicht und Umsicht geschehen, da hierbei gar zu leicht fehlgegriffen wird. Auch gewöhne man dasselbe Anderen unaufgefordert Aufmerksamkeiten zu erweisen. Uebrigens ist ein jedes Kind, wie sich von selbst versteht, nach seinem besonderen Temperamente und seiner schon erlangten Individualität zu behandeln; so ist z. B. das leicht erregbare Kind nicht noch mehr anzuregen, das schwerfällige dagegen anzutreiben, wie weiter unten näher ausgeführt werden soll.

**Gesündigt** gegen das Kind wird häufig: durch Darreichen falscher Nahrung (zuviel von Schwarzbrod, Kartoffeln, Kuchen und Zuckerzeug; von Wein, Bier, Kaffee, Thee und Gewürzhaftem; — durch unregelmäßiges Essen, Naschen und von Allem-Bekommen; — durch Ausgehen, zumal in leichter Kleidung, bei rauher Witterung; — durch langes Aufbleiben am Abend, wohl gar an öffentlichen Orten; — durch fortwährendes Helfen beim Stehen- und Laufenlernen; — durch falsches Vorsprechen; — durch Ueberhäufen mit Spielzeug; — durch

zu große Nachsicht bei Unarten und zu geringe oder verkehrte Anleitung bei der Beschäftigung.

Auf den bunten Holzwaaren, die den Kindern als Spielzeug dienen, befinden sich häufig Giftfarben und diese sind gewöhnlich sehr unvollkommen befestigt. Sie lösen sich meist mit Leichtigkeit durch den Speichel des Mundes und die Wärme der Hand, so daß es sehr gefährlich ist, den Kindern solches Spielzeug zu geben. Man reiche denselben deshalb unbemalte Holzwaaren. Auch andere Spielwaaren, besonders das beliebte Kautschuk-(Gummi-) Spielzeug sind mitunter mit giftigen Farben bemalt. Das letztere kann auch dadurch gefährlich werden, daß es, wie dies bei geringeren Sorten der Fall ist, mit Zinkweiß behandelt wurde. — Die Tuschkästchen enthalten auch häufig giftige Farben, ebenso wurde Bleiweiß in anderen Spielwaaren, besonders in den sogen. unzerreißbaren Bilderbüchern gefunden, deren Leinwandblätter einen Bleiweißüberzug besaßen. — Ueber giftige Farben s. später.

## Zur Kindergärtnerei.

Die Erziehung des Menschen muß gleich nach seiner Geburt beginnen und nach ganz bestimmten Regeln vor sich gehen. Die Eltern, als die ersten Erzieher ihrer Kinder, müssen sich deshalb mit den Erziehungsgesetzen gehörig vertraut machen und sich nicht schmeicheln, geborne Erzieher von Gottes Gnaden zu sein. Leider halten aber die allermeisten Eltern das Kindererziehen für etwas so Leichtes, daß sie dazu weder besonderes Wissen noch Können für nöthig erachten. Deswegen und weil in den Schulen die Belehrung über die im menschlichen Körper herrschenden Naturgesetze so äußerst mangelhaft ist, werden auch fast alle Kinder in ihren ersten Lebensjahren nicht erzogen, sondern verzogen. Selbst wenn nun aber auch die Eltern das Erziehen des Kindes wirklich verständen und Zeit und Mühe darauf verwendeten, so reicht doch meist deren Erziehungskunst nicht mehr für das zweite Kindesalter des Kindes aus, welches sich vom dritten oder vierten Lebensjahre bis zum siebenten oder achten Jahre, also bis zum Schulalter erstreckt. In diesem zweiten Kindesalter muß nämlich schon der Anfang mit einer Erziehung gemacht werden, welche den Menschen für sein späteres sociales Leben vorbereitet. In dieser Periode tritt beim Kinde der Drang nach Thätigkeit, nach dem Umgange mit Seinesgleichen, nach Wissenwollen stark hervor; auch finden sich, weil die allermeisten Kinder in ihren ersten Lebensjahren von den Eltern schon verzogen wurden, Untugenden aller Art, besonders Eigensinn, ein. In diesem Alter wollen die Kinder immer etwas zu thun haben und während ihr Unbeschäftigtsein Unarten leicht aufkommen läßt, werden sie durch Beschäftigung überaus leicht davon abgelenkt. Dies findet aber im „Kindergarten" statt, wo das Kind durch Erzieher von Fach, am besten durch eine Mutterstelle

vertretende Erzieherin (Kindergärtnerin, Tante), nach bestimmten Regeln auf naturgemäße Weise unter Spielen und Beschäftigungen mit anderen Kindern erzogen wird. Der Kindergarten soll nicht etwa dazu da sein, um Müttern die Last ihrer ungezogenen Kinder abzunehmen oder denselben nur die Zeit zu vertreiben. Er soll auch nicht blos das Kind aus der Vereinzelung im Elternhause zum geselligen Umgang mit Altersgenossen führen, sondern er soll den Uebergang vom Spielen zum Lernen, aus der Wohnstube in die Schulstube bilden. Hier soll das Kind, allerdings die meiste Zeit spielend, schon eine Anleitung zum vernünftigen Gebrauche seines Gehirns und der Sinne, der Empfindungs- und Bewegungsapparate bekommen (durch Sinnesübungen, Beschäftigungen und Bewegungsspiele); auch soll hier auf den Verstand, das Gemüth und den Willen erziehend eingewirkt und nebenbei noch manuelle und sprachliche Geschicklichkeit, sowie Kräftigung der Musculatur erzielt werden. Im Kindergarten soll der Verkehr mit der Natur angebahnt und der Grund zur Erreichung eines menschenwürdigen Verstandes und Gemüthes, eines willenstarken Charakters und thatkräftiger Menschenliebe gelegt werden. Hier sollen die Kinder vor der Angewöhnung der Zanksucht, des Neides und des Eigennutzes, des Confessionshasses, der Herrschsucht, des Dünkels, der Selbstliebe und des Eigensinns geschützt werden. — Auf die Kindergartenerziehung ist ebensoviel, wenn nicht noch mehr Werth als auf die Schulerziehung zu legen und es sollten in den Kindergärten, ebenso wie in den Schulen nur richtig gebildete und geprüfte Erzieher wirken dürfen. Am besten möchte es wohl sein, wenn jede Volksschule mit einem Kindergarten verbunden würde und wenn die Kindergärten nicht mehr, wie zur Zeit, Privatanstalten sein dürften, die ohne alle Controle bestehen und in denen sehr häufig viel zu großer Werth auf erkünstelte Tändeleien gelegt und das Spiel zur Spielerei wird.

**Kindergarten, Kinder** und **Kindergärtnerin.** Das Lokal des Kindergartens, mit welchem durchaus auch ein wirklicher Garten (wenn möglich mit einigen Hausthieren) verbunden sein muß, soll gehörig geräumig, hell und trocken sein, eine gesunde Lage haben, stets von reiner, mäßig warmer Luft durchzogen, also gut ventilirt sein, und sehr reinlich (mit geölten, weil weniger stäubenden und leichter zu reinigenden Dielen) und in größter Ordnung gehalten werden, damit die Gesundheit der Kinder nicht geschädigt und der Ordnungs- und Reinlichkeitssinn derselben gefördert werde. Auch das Lokal muß die Kinder mit erziehen helfen. — Die Oberaufsicht über den Kindergarten sollte ein gebildeter Pädagog in Gemeinschaft mit einem Arzte führen, während die eigentliche Leitung am besten in die Hände von Frauen gelegt wird, von denen die dirigirende nicht zu jung, aber auch ja nicht zu alt oder verbittert sein darf, wohl aber in ihrer Wirksamkeit vortheilhaft von jüngeren Mädchen unterstützt werden kann.

Aber freilich müssen diese, neben dem nöthigen Verstande, auch zu ihrem sehr wichtigen und schwierigen Berufe, zu dem sie natürlich gehörig vorgebildet sein müssen, auch große Lust und Liebe haben. Sie müssen gern mit Kindern umgehen und diesen die Mutterliebe zu ersetzen wissen; sie müssen verstehen, zu den Kindern herabzusteigen und mit ihnen kindlich zu sein; sie müssen sanft, wohlwollend, geduldig und ruhig sein und sich zu beherrschen verstehen; sie müssen gehörige Charakterfestigkeit und Ausdauer besitzen und sich nicht durch Sympathie und Antipathie zu einem ungleichen Benehmen gegen die Kinder verleiten lassen. Alle Kinder, arme wie reiche, schöne wie häßliche, kluge wie dumme, pfiffige und kecke wie schüchterne, müssen gleich liebevoll und gerecht behandelt werden, und niemals dürfen die Kinder merken, daß die Tante Lieblinge hat, denen sie Manches nachsieht. Es muß die Kindergärtnerin ihren Pfleglingen stets ein leuchtendes Vorbild sein und eifrigst dahin streben, daß im Kindergarten natürliche Heiterkeit und Frohsinn herrschen, nicht etwa pedantisches soldatisches Gewöhnen der Kinder an's Stillsitzen, Händefalten, Hübschartig- und Hübschhöflich-Sein. Die Kinder müssen sich so wohl im Kindergarten fühlen, daß sie denselben nur ungern verlassen.

Bei der **Aufnahme eines Kindes in den Kindergarten** muß sich die Vorsteherin zuvörderst durch die Angehörigen des Kindes Kenntniß von etwaigen körperlichen und moralischen Fehlern desselben verschaffen, da solche, weil sie den anderen Kindern Schaden (oft durch Nachahmung) bringen könnten, eine ganz besondere Berücksichtigung verdienen oder sogar die Aufnahme unmöglich machen. So können z. B. epileptische Zustände förmlich ansteckend auf die anderen Kinder wirken. — Es ist sodann das Kind in Bezug auf seinen Körper- und Gesundheitszustand von einem Kindergartenarzte einer genauen Untersuchung zu unterwerfen. Besondere Rücksicht verlangt hierbei die Blutarmuth. Ein blutarmes Kind muß nämlich mit sehr großer Schonung bei allen Arten von Thätigsein behandelt werden, wenn die Blutarmuth nicht einen für's ganze Leben nachtheiligen Grad erreichen soll. Es ist übrigens dieses, auch schon bei kleinen Kindern äußerst häufig vorkommende Leiden durch die große Bläße der die Lippen und Mundhöhle auskleidenden Schleimhaut, sowie durch die bleiche dünne Haut mit violett durchscheinenden Adern leicht zu erkennen. — Es muß ferner dem Kopfe, sowie dem Rückgrate Aufmerksamkeit geschenkt werden. Ersterer ist besonders hinsichtlich seiner Größe zu betrachten, da eine sehr kleine Schädelform auch auf ein kleines, also nicht sehr bildungsfähiges Gehirn schließen läßt, und ein widernatürlich großer (wasserköpfiger) Schädel ein Gehirn enthalten kann, welches stärkere Eindrücke zu ertragen nicht im Stande ist. Die Wirbelsäule, weil sie gar nicht selten schon bei der Aufnahme des Kindes eine mehr oder weniger deutliche Verkrümmung besitzt, muß aber, um diese Verkrümmung durch falsche Behandlung nicht etwa unheilbar und widernatürlich auffällig zu machen, sehr genau darauf untersucht und später darnach rücksichtsvoll behandelt werden. — Stärkeres Herzklopfen und Kurzathmigkeit, mit oder ohne Husten, meistens Reste früherer Krankheiten, sind insofern beachtenswerth, weil Alles, was diese Beschwerden steigern kann, besonders stärkere Körperbewegung, ängstlich vermieden werden muß. — Die Sinnesorgane, vorzugsweise das Auge, dürfen in Bezug auf ihren Gesundheitszustand ja nicht unbeachtet bleiben, da sie als die Zubringer der geistigen

Speise zur Verstandesbildung ganz unentbehrlich sind. — Die Stimm und Sprachorgane, sollten sie durch irgend welche auffällige Aenderung in der Stimme und Sprache sich leidend zeigen, müssen einer genauen Untersuchung unterzogen werden. Besonders sind stark angeschwollene Mandeln, die auch Schwerhörigkeit veranlassen können, zu berücksichtigen. — Auf thierische und pflanzliche Schmarotzer muß durchaus gefahndet werden, weil diese sonst alle Besucher des Kindergartens heimsuchen könnten. Unter ihnen sind, außer Kopfläusen (Nissen), besonders die Krätzmilbe (mit Ausschlag an den Händen) und der Erbgrindpilz (mit strohgelben Borken auf dem Kopfe) aufzusuchen und die kranken Kinder zum Wohle der anderen vom Besuche des Kindergartens bis zu ihrer Wiederherstellung auszuschließen.

An eine Kindergärtnerin hat man nun aber vor Allem die Anforderung zu stellen, daß sie 1) die Gesundheit ihrer Pfleglinge nicht nur zu wahren, sondern auch (durch Anleitung zum Gesundbleiben) zu fördern verstehe und 2) daß sie auf richtige Weise die geistige Arbeit des Gehirns, der Sinnes-, Empfindungs- und willkürlichen Bewegungsapparate zu leiten im Stande sei. Es hat demnach die Kindergärtnerin ebenso das körperliche wie geistige Leben der Kinder zu berücksichtigen, wenn sie bei der Erziehung derselben zu gesunden und vernünftigen Wesen mithelfen will. Um dies aber zu können, muß sie durchaus gehörige Kenntniß von der Einrichtung und Pflege des Lebens- wie Verstandesapparates haben. Hierbei darf sie vorzugsweise niemals vergessen, daß jedes arbeitende Organ zeitweilig, und zwar je nach seiner Arbeitsfähigkeit und nach dem Grade der Anstrengung bei seiner Arbeit gehörig ausruhen muß, daß es niemals durch zu große oder zu anhaltende Arbeit angestrengt werden darf, und daß es nur bei ganz allmählicher Steigerung der Arbeit sich mehr und mehr kräftigt. Da vom Blute, als der Quelle des Lebens, die Gesundheit und Leistungsfähigkeit des Menschen abhängig ist und schon bei kleinen Kindern Blutarmuth vorkommt, so muß die Kindergärtnerin diese zu erkennen wissen, und blutarme (blasse, träge, müde) Kinder mit großer Schonung behandeln. Folgendes muß die Kindergärtnerin niemals außer Acht lassen:

Der Gebrauch der **Muskeln** beim Sitzen, Stehen, Gehen und Laufen darf nie bis zur Ermüdung fortgesetzt werden, da sonst ebenso die Ernährung der Musculatur, wie die Gestaltung des Knochengerüstes leiden könnte. Es muß deshalb zwischen den verschiedenen Muskelanstrengungen der gehörige Wechsel und ein passendes Ausruhen stattfinden. Letzteres würde am erfolgreichsten durch Liegen auf einer einfachen Matratze (auf welcher auch Turnübungen vorgenommen werden könnten) auszuführen sein; oder so, daß sich das Kind auf einem Sitze an einer recht schräg gestellten Lehne behaglich anlehnt, beide Arme ohne Zwang rückwärts über die Lehne gehängt, doch so, daß beide Schultern in gleicher Höhe stehen. — Auch gegen das Ausruhen durch Auflegen beider Vorderarme auf den Tisch mit Vorbeugen des Oberkörpers ist nichts zu sagen, nur müssen dabei ebenfalls beide Schultern stets in gleicher Höhe stehen. — Nichts ist für das Kind anstrengender, als das lange Geradesitzen, wobei Nacken- und Rückenmuskeln thätig sein müssen. Dieses Geradesitzenmüssen trägt gewöhnlich auch mit die Schuld an dem Schiefwerden, weil das ermüdete Kind dabei in sich und seitwärts zusammensinkt. —

Blutarme, bleiche, magere Kinder mit schlaffer Musculatur sind natürlich bei Allem, wo Muskelanstrengung stattfindet (bei Bewegungsspielen, Gartenarbeiten) schonender als kräftige Kinder zu behandeln. — Die Haltung der Kinder beim Arbeiten im geraden Sitzen sei eine solche, daß dabei die beiden Schultern stets in gleicher Höhe stehen, der Oberkörper und Kopf nicht widernatürlich vorgebeugt und die Brust nicht fest an den Tisch gedrückt wird, die Füße und Oberschenkel aber ordentlich auf einer Unterlage ausruhen können. — Da die Sprache zu den willkürlichen Muskelbewegungen gehört, so ist auch auf diese, durch richtige Gewöhnung und gutes Beispiel (dialectfreies Sprechen), vortheilhafter Einfluß auszuüben.

Das **Auge** kann schon im Kindergarten der Kurzsichtigkeit (d. i. demjenigen Augenleiden, bei welchem nur die nahegelegenen, nicht die entfernten Gegenstände deutlich gesehen werden können, s. S. 338), anheimfallen, wenn es gezwungen wird, Gegenstände öfters und längere Zeit aus zu großer Nähe anzuschauen, wie dies oft beim Arbeiten am Tische und bei unzureichendem Lichte (bei trübem Himmel und in der Dämmerung) der Fall ist (Weihnachtsarbeiten). Es ist deshalb Pflicht der Kindergärtnerin, den Kindern ja nicht das zu tiefe Niederbücken zu gestatten: 26—30 Ctm. muß das Auge wenigstens von dem angeschauten Gegenstande entfernt bleiben. — Außerdem ist das Sehorgan noch zu schützen: vor Ueberanstrengung, wie beim Ansehen sehr kleiner Gegenstände (Ausstechen und feine Flechtblätter) und beim zu langen Gebrauche (in vielen Kindergärten werden die Augen der Kinder in den trüben Decembertagen durch das Anfertigen feiner Weihnachtsarbeiten überangestrengt); vor falscher Beleuchtung, also vor grellem, unzureichendem, unstetem, flackerndem und aus natürlichem und künstlichem gemischtem Lichte; vor Verletzungen aller Art (wie bei Schlägen an den Kopf und beim Druck durch Zuhalten des Auges von hinten her); vor schädlicher Luft (vor zu kalter, zu heißer, unreiner, rauchiger, staubiger, zugiger Luft). — Stets muß dem Sehorgane, wenn es gebraucht wurde, das gehörige Ausruhen gestattet werden und streng verbiete man den Kindern helles Sonnenlicht auf ihre Arbeit fallen zu lassen. — Sollte die Kindergärtnerin irgend etwas Abnormes am Auge und beim Sehen des Kindes bemerken, dann benachrichtige sie sofort die Eltern davon, damit ein Augenarzt sobald als möglich zu Rathe gezogen werde.

Auch die übrigen Sinnesapparate dürfen von der Kindergärtnerin nicht unberücksichtigt bleiben. Das **Gehör** ist zu beobachten, damit es sofort, wenn es von irgend einem Leiden, besonders von Schwerhörigkeit, befallen wird, durch die Eltern dem Ohrenarzte zur Untersuchung übergeben werde. Außerdem ist es vor Verletzungen (Schlägen), Zugluft und fremden Körpern (welche die Kinder gern in den äußern Gehörgang stecken) zu schützen. Auf das Reinhalten der Ohren muß streng gehalten werden. — Die **Nase** verlangt insofern Berücksichtigung, als sie ordentlich und anständig zu reinigen, nicht durch unnatürlich starke Gerüche und unreine Luft, sowie durch Bohren mit dem Finger und Hineinstecken fremder Körper krank zu machen ist. — Auf die ordentliche Reinigung der **Zähne** sollte die Kindergärtnerin deshalb achten, weil im Hause leider die Pflege dieser dem Kauen und der Schönheit des Mundes dienenden Werkzeuge sehr vernachlässigt wird. Auch sind die Kinder vom Beißen auf feste Körper (Nüsse, Zucker u. dergl.) abzuhalten. — Das **Tastorgan**, dessen Sitz vorzugsweise die Fingerspitzen sind, kann durch Verbrennen und Erfrieren Schaden erleiden und muß die Kindergärtnerin, durch Belehrung und Vorsicht, dies zu verhüten suchen.

Der **Athmungsapparat**, besonders die Lunge, verlangt vor Allem eine reine, mäßig warme Luft zum Einathmen und diese ist demnach stets im Kindergarten (im Freien, wie in der Stube) durch ordentliche Reinigung (Sprengen mit Wasser vor und zwischen dem Spielen) und Lüftung des in

seiner Geräumigkeit der Anzahl der Kinder möglichst entsprechenden Lokals herzustellen. Vorzüglich ist vor staubiger, rauchiger, übelriechender, vom Verbrennen der Heizungsstoffe und durch die Ausdünstungen der Kinder verunreinigter Luft zu warnen. In der guten Jahreszeit sollen die Kinder die meiste Zeit im Garten zubringen. — Die Bewegungen des Athmungsapparates (das Ausdehnen des Brustkastens beim Einathmen) sind nicht durch enge Kleidungsstücke, falsche Körperstellungen, festes Andrücken der Brust am Tische zu erschweren. Im Gegentheil muß die Kindergärtnerin die Kinder öfters auffordern, bei zurückgenommenen Schultern und in die Seite gestemmten Händen, langsam und tief, natürlich nicht gewaltsam, ein- und auszuathmen. Schon frühzeitig ist den Kindern weiterhin beizubringen, daß, wenn sie im Winter warme Stubenluft eingeathmet haben und dann in die kalte freie Luft kommen, sie entweder den Mund verbinden oder bei geschlossenem Munde nur durch die Nase (in welcher die Luft erwärmt und von staubigen Beimischungen befreit wird, s. S. 248) Athmen holen, jedenfalls aber das Sprechen und Schreien unterlassen sollen. Ueberhaupt ist es gut, wenn die Kinder schon so zeitig als möglich veranlaßt werden, sich weniger mit offenem als mit geschlossenem Munde zu verhalten, da mancherlei Schädlichkeiten durch den Mund in's Innere unseres Körpers eindringen können. — Husten und Heiserkeit sind zwei Krankheitserscheinungen, welche bei den Kindern im Kindergarten eine ganz besondere Beachtung nöthig machen, weil sie sehr oft die Anfänge gefährlicher und ansteckender Krankheiten im Athmungsapparate sind. Das Singen ist nicht zu übertreiben, und verwerflich sind Spiele, wo beim raschen Laufen auch noch gesungen wird.

Das **Gehirn** ist bei den Kindern des Kindergartens noch sehr weich und wässerig, und verträgt geistige Arbeiten nur dann, wenn dasselbe nicht anstrengend und nicht zu lange anhaltend ist und mit der geistigen Ruhe abwechselt. Es müssen deshalb auf Anschauung beruhende Gedächtniß- und Denkübungen nur vorsichtig vorgenommen werden und mit Handarbeiten sowie Spielen und Ausruhen gehörig abwechseln. Ganz besondere Schonung verlangt das Gehirn blutarmer, blasser und magerer Kinder und solcher, welche früher an Hirn- und Krampfkrankheiten gelitten haben. Die die Blutarmuth und nervöse Schwäche begleitende Trägsinnigkeit ist eine Krankheitserscheinung und kein Fehler, sie darf deshalb nicht als solcher gerügt und damit das Gefühl des Kindes verletzt werden. — Auch sind die sogen. „frühklugen Kinder" in ihrer geistigen Regsamkeit nicht zu unterstützen, sondern im Gegentheil einzuschränken; besonders ist ihre Phantasie zu zügeln und nicht durch Märchen und dergleichen zu steigern. — Die Kindergartenerziehung greife ja nicht in Gebiete über, wo, wie in der Schule, der Verstand angestrengt wird; denn wenn der Kindergarten zur geistigen Dressuranstalt gemacht wird, werden sicher nur körperliche und geistige Abspannung, Blutarmuth und Nervosität geerntet werden.

**Erkältungen** mit ihren gefährlichen Folgen kommen dann in lebensgefährlichem Grade zu Stande, wenn die heiße schwitzende Haut schnell kalt wird. Es müssen deshalb im Kindergarten die durch Spielen erhitzten Kinder sich ja recht vorsichtig und langsam abkühlen und dürfen durchaus nicht früher nach Hause geschickt werden, als bis sie vollständig beruhigt und abgekühlt sind. Haben sich bei schlechter Witterung die Kinder nasse Füße zugezogen, dann muß das Schuhwerk gewechselt werden (s. S. 566).

Auf **Reinlichkeit** an Körper und Kleidung der Kinder hat die Kindergärtnerin ihr besonderes Augenmerk zu richten, da diese Tugend nicht blos eine Grundbedingung des körperlichen Gedeihens, sondern auch für die ästhetische und sittliche Bildung von größtem Einfluß ist. In diesem Alter muß durch consequente Gewöhnung die Reinlichkeit als heilsame Gewohnheit für das ganze Leben anerzogen werden.

**Vergiftungen** durch giftige Farben, mit denen das Spielzeug und andere Gegenstände angemalt sind und die sich sehr leicht auf- und ablösen, sind wiederholt vorgekommen und es sind deshalb alle farbigen Gegenstände (Tuschkästchen, Bilderbücher, buntes Papier u. dergl.) auf Giftgehalt zu untersuchen.

Weit schwieriger nun, als die Erhaltung und Förderung des körperlichen Wohlseins des Kindes im Kindergarten, ist die Erziehung desselben zur geistigen Gesundheit, d. h. die Gewöhnung des Gehirns zum menschenwürdigen Arbeiten. Denn hierbei hat die Kindergärtnerin nicht nach so einfachen und allgemeinen Gesetzen, wie solche in Kürze angegeben wurden, zu handeln, sondern muß jedem, im elterlichen Hause meistens schon verzogenen Kinde eine ganz besondere Beachtung und Behandlung angedeihen lassen. Sie hat ebenso die sittliche und moralische, wie die Erziehung des Gemüths, Willens und Verstandes richtig zu leiten und so die Hauptgrundlage für den künftigen Charakter legen zu helfen. Leider wird dieser Forderung im Kindergarten deshalb selten genügt, weil viele Kindergärtnerinnen wohl die Kinder zu beschäftigen, aber nicht zu erziehen verstehen. Dieses hat seinen Grund aber darin, daß dieselben blos zu der praktischen und schablonenartigen Ausführung der Fröbel'schen Beschäftigungs- und Spielmittel angelernt sind und der Grundlage einer allgemeinen, sowie naturwissenschaftlichen und pädagogischen Bildung entbehren, welche zur Erziehung viel unentbehrlicher ist, als das pedantische und urtheilslose Nachbeten eines einseitigen und des Ausbaues noch sehr bedürftigen Systems, welchem allerdings ein gesundes Erziehungsprincip (nämlich das des Spieles und der Beschäftigung) innewohnt. — Eine Hauptaufgabe für die Erziehung im Kindergarten ist: im Kinde, welches in der Regel schon mehr oder weniger verzogen aus dem elterlichen Hause in den Kindergarten kommt, neben Gehorsam die Ueberzeugung hervorzurufen, daß es nicht von einer schwachen Hand geleitet wird, welche bei seinen Launen schwankt oder seinem Widerstande weicht. Die Ueberzeugung läßt sich aber recht leicht durch consequentes und gleichförmiges Benehmen gegen das Kind erwecken. — Das Bestrafen ist mit großer Vorsicht und Umsicht, sowie mit der größten Gewissenhaftigkeit und Gerechtigkeit, vor Allem ohne Leidenschaftlichkeit, anzuwenden und darf nicht in körperlichen, sondern nur in Ehrgefühlsstrafen (Ausschluß vom Spiele, Alleinstehen und Alleinsitzen, strafendem Blick u. dergl.) bestehen. Nach überstandener Strafe sei sofort das Frühere vergessen, man drohe und erwähne nichts weiter, sondern verzeihe dem Kinde vollkommen. — Das Gebahren der Kinder, und zwar bei allen nur möglichen Verrichtungen, muß einer steten Controle unterliegen. Nicht selten kommen schon geschlechtliche Unarten vor, und es ist deshalb auf die Hände der Kinder stete Acht zu haben.

Die **moralische Erziehung** des Kindes verlangt als oberstes Gesetz: was

Du gern willst, das man Dir thu', das füg' auch jedem Andern zu. Sie hat dafür zu sorgen, daß das Kind nicht, wie die meisten Menschen, ein eitler Egoist werde, der für seine Mitmenschen kein oder nur wenig Herz hat, sondern daß ihm allgemeine Menschenliebe zur anderen Natur werde. Es ist vor Allem dem Kinde das Gefühl für Rechtes und Gutes anzugewöhnen und es darf ihm deshalb keine Lüge und Veruntreuung, keine Selbstsucht und Kränkung Anderer nachgesehen werden. Es ist so zu gewöhnen, daß es Böses nicht der Strafe wegen meidet und Gutes nicht der Belohnung wegen thut, sondern daß es durch sein Ehrgefühl und Gewissen sich gezwungen sieht, das Rechte und Gute ohne alle Nebenabsicht und Eigennutz, blos aus Selbstachtung zu thun. Das Belohnen und Beloben des folgsamen Kindes muß deshalb immer vorsichtig und mit Maß und Ziel geschehen, denn es kann sehr leicht die Natürlichkeit in seinem guten Benehmen in Eitelkeit und Ehrsucht umwandeln. Ebenso muß mit Liebkosungen vorsichtig verfahren werden. — An Aufrichtigkeit und Wahrheitsliebe gewöhnt sich das Kind am besten dadurch, daß gegen dasselbe selbst immer wahr und offen verfahren wird, und daß niemals schlaue Lügen, auch nicht unschuldige und scherzhafte, unbewußte Unwahrheiten unbeachtet und unbestraft bleiben, wohl gar belächelt werden. Die Lügenhaftigkeit, sehr oft mit Heuchelei gepaart, entstammt entweder dem Eigennutz, dem Leichtsinn oder der Feigheit (Angst, Furcht). Die eigennützige Lügenhaftigkeit ist wohl das schlimmste aller Sittenübel des Kindes. Auch der Nothlüge rede man bei Kindern nicht das Wort. Ist ein Kind im Verdacht, gelogen zu haben und leugnet es, dann vergewissere man sich, bevor man das Kind anklagt, ja recht genau, ob man nicht irrt; niemals nehme man ohne Weiteres die Lüge als gewiß an. — Die Achtung vor dem Rechte und Eigenthume Anderer kann dem Kinde dadurch beigebracht werden, daß man ihm nicht alle Gegenstände zu nehmen erlaubt, die es wünscht und die Anderen gehören, daß man dagegen aber auch die seinigen nicht von Anderen nehmen läßt. Ehe das Kind noch einen Begriff von Recht hat, lerne es schon aus angewöhntem Gefühl, alle Gegenstände, die Anderen angehören, mit weit höherer Sorgfalt und Schonung behandeln, als die eigenen. Es werde geübt, selbst auf Kosten seiner Wünsche, das Recht zu achten und sich willig zu fügen. — Wohlzuthun und Mitzutheilen und zwar in nicht verletzender Weise, sowie liebevolles Benehmen, nicht blos gegen Menschen und zumal gegen Untergebene, sondern auch gegen Thiere, strebe die Kindergärtnerin den Kindern schon frühzeitig anzugewöhnen. — Die Erweckung der sittlichen Kraft, des Ehrgefühls, der Selbstachtung und des Selbstvertrauens, ohne welche ein Mensch die Pflichten gegen sich selbst und die Menschheit, die ihm, wenn er ein echter Mensch sein will, zukommen, nicht zu erfüllen im Stande ist, muß gleichfalls schon früh im Menschen vor sich gehen. Die Selbstachtung läßt sich aber nicht mit Worten predigen, sondern muß durch die naturgemäße Entfaltung des sittlichen, geistigen und gemüthlichen Lebens geweckt, durch Uebung und Beispiel geleitet und gekräftigt werden. Bei allem außergewöhnlichen Thun und Treiben des Kindes, besonders bei jedem Vergehen gegen das Gute, Wahre, Achtungswürdige, muß man sich an das Selbstgefühl desselben wenden und ihm sein Gebahren zu Gemüthe führen, so daß es sich endlich des Verächtlichen schämen, des Ehrenhaften freuen lernt. Man erziehe und gewöhne das Kind an Selbstbekenntniß eines begangenen Unrechts, an die sittliche Demüthigung aus eigenem Antriebe zur Ehre des Guten und Wahren. Die Erziehung des Selbst- und Ehrgefühls soll obenanstehen.

Die **Gemüths-Erziehung** ist in der Regel eine ganz verkehrte, weil man dabei viel zu wenig dem Verstand und dem Willen Einfluß gestattet und in der Regel nur sogen. gefühlvolle, sentimentale, mitleidige Wesen erzieht, die beim Mißgeschick und Unglück ihrer Mitmenschen wohl wehklagen, jammern,

weinen und bedauern, aber nicht mit Rath und That zur Hand sind. Im Kindergarten sollte deshalb das Kind zur Erziehung eines echten liebreichen Gemüthes (guten, wohlwollenden Herzens) bei jedem Unfalle eines seiner Gespielen zu dessen Hülfe mit Hand anlegen; z. B. ein gefallenes Kind mit aufheben, abbürsten, abwaschen, die Blutung stillen helfen. Daß nur ein liebevoller Verkehr der Kinder unter einander stattfinden darf, versteht sich wohl von selbst, denn eines der wirksamsten Mittel zur Herzens- und Gemüthsbildung ist die Gewöhnung des Kindes an Friedfertigkeit und Verträglichkeit. Man suche darum auch die Kinder dahin zu erziehen, daß sie sich gegenseitig Freude unter einander zu machen bestrebt sind, ohne dabei aber durch etwas Anderes als durch die Freude des Andern sich belohnt zu fühlen. Welch schönes Glück schafft sich nicht reine, hingebende, thätige Menschenliebe: sie schafft den Himmel auf Erden. Unverträgliche Kinder müssen durch beschämende Isolirung von der Geselligkeit gebessert werden; sie lernen dadurch den Werth derselben aus der Entbehrung empfinden und die Pflichten der Geselligkeit, besonders die Fügsamkeit, erkennen und erfüllen. Ein Kind, welches Anderen Unrecht gethan hat, muß durchaus Abbitte thun. — Ganz besonders darf sich aber ein Kind niemals gegen Dienstleute vergehen, sondern muß gegen diese stets ein artiges, freundliches Benehmen beobachten. Nichts zeigt von mehr Herzlosigkeit und Inhumanität, als wenn Menschen ihre Untergebenen schlecht behandeln und es läßt sich der sittliche Bildungsgrad eines Menschen immer darnach beurtheilen, wie er sich gegen seine Mitmenschen, die von ihm abhängen, benimmt. Mitleid mit Wohlthun sind die besten Mittel gegen Lieblosigkeit, Rohheit, Härte, Schadenfreude, Egoismus und Grausamkeit. Echtes Mitleid muß dem Menschen als Zart- und Pflichtgefühl so angewöhnt werden, daß er es schließlich als angeborne Naturgabe betrachtet. Auch darf es sich nicht durch viele, laute und heftige Geberden kund geben; das wahre Gemüth kann auch bei trockenen Augen weinen. Kinder, welche Lust an Angeberei und Bestrafung ihrer Gespielen finden, haben schon eine bedauerliche Herzensbildung genossen und sind nur sehr schwer zu bessern. — Zur Bildung eines liebevollen Gemüthes erzähle man nicht etwa Märchen, Geister-, Feen-, Räuber- und andere gemüthserregende Geschichten, denn diese erzeugen sehr leicht eine widernatürliche Einbildungskraft und machen das Gemüth für romanhafte Auffassungen und Aberglauben empfänglich, sondern solche Geschichten, wo Menschen oder auch Thiere durch aufopfernde Thaten Unglück von Anderen abgewehrt und gemildert haben. Hierbei lasse man die Kinder selbst das Gute herausfinden und die Anwendung davon machen. Spiele, in denen einem Geschöpfe wehe gethan wird, wie bei Katze und Maus, Wolf und Schaf, bei Jäger-, Soldaten- u. dergl. Spielen, sollten dem Kindergarten ganz fern bleiben. Jede Grausamkeit und Rohheit gegen Mensch, Thier und Pflanze muß streng gerügt werden. Die Natur, wenn sie dem Kinde zum richtigen Verständniß gebracht wird, ist, wie das wirkliche Leben, das beste Erziehungsmittel für das Gemüth; an Pflanzen und Thieren, an Leiden und Freuden der Menschen bildet sich am besten die echte Gemüthsthätigkeit. Es empfiehlt sich daher, die Kinder an der Pflege von Pflanzen und Thieren (Füttern der Vögel im Winter) theilnehmen zu lassen. Daß auch die Kunst, besonders Musik, Gesang und Dichtkunst auf das Gemüth erziehend und veredelnd einwirken, ist bekannt. Es versteht sich übrigens wohl von selbst, daß wenn vom Kinde Mitgefühl, Wohlwollen und Menschenliebe verlangt wird, dasselbe im Kindergarten auch gegen sich selbst und gegen die anderen Kinder herzliches Wohlwollen und Liebe wahrnehmen muß. Natürlich muß die Liebe stets mit Maß und Ziel ohne jede Leidenschaftlichkeit gespendet werden und darf nicht gegen Lieblinge der Kindergärtnerin in Affenliebe ausarten. Liebesäußerungen gegen die Kinder lassen sich von der Kindergärtnerin recht wohl

als Belohnung, Entziehung derselben als Bestrafungs- und Besserungsmittel anwenden. Falsches Mitleid ist es aber von Seiten der Erzieherin, sobald es dieser leid thut, dem Kinde Etwas zu versagen oder zu gebieten, wenn es die Erziehung oder Bestrafung desselben erfordert.

Die **Willens-Erziehung** wird fast ganz vernachlässigt und doch bedarf der Wille ebenso einer richtigen Erziehung und Pflege, wie der Verstand und das Gemüth, welche beide allerdings die Herrschaft über den Willen haben müssen, wenn dieser ein menschenwürdiger sein und der Charakterbildung dienen soll. Die Cultur, Kräftigung und Entfaltung des Willens ist die Spitze aller geistigen Entwickelung und Thätigkeit. Das reichste Wissen, der schärfste Verstand, das innigste Gefühl, die erleuchtetste Vernunft haben keinen Werth ohne einen thatkräftigen sittlichen Willen, ohne die ausführende Macht des Willens. Natürlich muß der Wille ein sittlicher, d. h. ein vom Verstande und Gemüthe und nicht von selbstsüchtigen Triebfedern angeregter sein; er darf nicht blos im Wollen (Begehren) bestehen, sondern soll die ausführende Macht unseres vernünftigen Wollens sein. Die Thätigkeit des Willens zu regeln, zu ordnen, zu stärken und zu tüchtigen, ist deshalb eine Hauptaufgabe der Erziehung und, wie bei allen Tugenden, geschieht dies durch Gewohnheit; diese ist aber das Werk der Uebung. Bei der Willensbildung gilt es zuerst zu überlegen, was zu thun sei; sodann handelt es sich darum, den Entschluß zur That zu fassen und diese auszuführen: bei Kindern tritt dafür der unbedingte Gehorsam ein. Hierbei lasse man das Kind nur Eines thun und nicht Vielerlei anfangen, auch, zur Uebung in der Ausdauer und Beharrlichkeit, das Eine ordentlich durchführen und zu Ende bringen. Nichts ist schädigender für die Willenskraft, als das Flattern von einer Beschäftigung zur anderen. Kinder, die zur Veränderlichkeit und zum Wankelmuthe hinneigen, müssen streng zur Ausdauer im Handeln genöthigt, nicht durch Zerstreuung davon abgehalten und nicht eher durch Erholung und Vergnügung belohnt werden, als bis sie die aufgegebene Arbeit vollendet haben. Im Kindergarten läßt sich der Wille besonders durch Ueberwinden von Hindernissen, von Furcht und unangenehmen Zuständen (Anfassen sogen. Abscheu erregender Thiere u. dergl.) anbahnen und nach und nach kräftigen. Jedoch darf hierbei das Kind nicht in Angst und Schrecken gejagt werden. Auch Bewegungsübungen, die aber so wenig als möglich von Anderen zu unterstützen sind, dienen ganz wesentlich zur Willensbildung. Hauptsächlich muß aber der Wille auf die Ausübung des Guten, zu Thaten der Menschenliebe gelenkt werden und durch den, an der Spitze der Humanität stehenden Grundsatz geläutert werden „Was Du nicht willst, das man Dir thu', das füg' auch keinem Andern zu". — Wer seiner augenblicklichen Stimmung blindlings folgt und nicht seinen Willen der Vernunft unterordnen lernt, der wird zum willkürlich handelnden, charakterlosen und inhumanen Menschen. Aus der Willkür entwickelt sich aber der Trotz und der Starrsinn, die Willenshärte und Despotie. Kinder können sehr leicht dadurch zu diesem verabscheuungswürdigen Fehler erzogen werden, daß man ihnen stets ihren Willen läßt und sie daran gewöhnt, Alles was sie wünschen zu erreichen, anstatt sie durch ernste und liebevolle Gewöhnung zum unbedingten Gehorsam zu erziehen.

Zur **Verstandes-Bildung** giebt es nur einen einzigen Weg und dieser führt durch die Sinnesorgane zum Gehirn. Um verständig zu werden, muß erstens der Verstandesapparat (s. S. 298—388 Gehirn, Sinne, Sprach- und Bewegungsapparat) in gehöriger Ordnung erhalten, und zweitens muß derselbe nach bestimmten Regeln und durch planmäßige Uebungen zum Arbeiten gewöhnt (erzogen) werden. Denn auch die sogen. geistige Kraft kann nur durch Gewöhnung ausgebildet und geübt werden. Wir üben aber nur den Verstand, wenn wir ihn veranlassen und nöthigen, die mannigfaltigen Erscheinungen und Wahrnehmungen des äußern und innern Lebens und die

gesammelten Vorstellungen zur inneren Einheit des Gedankens zu verbinden. Diese Uebung ist aber planmäßig nach einer richtigen Lehrmethode zu leiten und es muß schon bei Zeiten das Kind nicht nur an das Auffassen und Beobachten der sinnlichen Merkmale der Dinge und an das Festhalten derselben gewöhnt werden, sondern es muß auch seine Gedanken darüber ordentlich aussprechen lernen. Daß solche Uebungen, bei denen das Gehirn angestrengt wird, mit Vorsicht in Bezug auf ihre Dauer und Stärke vorzunehmen sind und daß sie stets mit der entsprechenden Ruhe abwechseln müssen, wurde früher besprochen. Da die Sinne die Grundlage aller Erkenntniß bilden, so sind die Sinnesübungen von der größten Bedeutung und auf die Vervollkommnung der Sinne ist große Sorgfalt zu verwenden. Es ist deshalb jeder Anlaß zu benutzen, um die Sinne zu üben und zwar nicht blos in flüchtiger und einseitiger Weise, sondern gründlich und mit Abwechslung. Die Sinne müssen zur schnellen, genauen und sicheren Auffassung von äußeren Wahrnehmungen befähigt werden. Nach Diesterweg soll das Kind im Kindergarten insofern für die Schule vorbereitet werden, „als es genau sehen und scharf hören, genau aufmerken und seine Phantasie beherrschen, wahrnehmen, beobachten, sich äußerlich ruhig verhalten und laut, deutlich und accentuirt sprechen lernt.“ Je mehr Jemand die Fähigkeit erlangt seine Sinne zu gebrauchen, desto schneller und sicherer wird er sich nicht nur Kenntnisse aneignen, sondern auch aus sich selbst heraus etwas zu schaffen im Stande sein. Darum muß auch neben der Anschauung die Darstellung berücksichtigt werden. Es muß also das Kind, wie Fröbel sehr richtig will, im Kindergarten nicht blos zum Auffassen und Lernen, sondern auch zum Schaffen und Gestalten erzogen werden. Der Thätigkeitstrieb des Kindes muß entwickelt, in richtiger Weise gelenkt und so als wichtiges Bildungsmittel benutzt werden. Im Fröbel'schen Kindergarten sucht man dies mit Recht durch bestimmte Beschäftigungen und Spiele zu erreichen. Leider legt man aber zur Zeit in den meisten Kindergärten bei der Ausführung derselben viel zu großen Werth gerade auf die einseitigen, kleinlichen und unverständlichen Anweisungen Fröbels zu den einzelnen Beschäftigungen und Spielen und sucht den eigentlichen Geist der Fröbel'schen Erziehungs-Methode in einer spielerischen Systematik, statt eine natur- und zeitgemäße Weiterentwickelung ihres Grundgedankens anzustreben.

Für die Kinder der arbeitenden Classen, bei denen häufig auch die Frauen dem Erwerbe nachgehen müssen, hat man (meist durch Privat- oder Vereinswohlthätigkeit) **Bewahranstalten** eingerichtet, wo die Kinder beköstigt und während des ganzen Tages passend beschäftigt werden. Daß für Gegenden mit vorwiegender Fabrikbevölkerung derartige gut eingerichtete Anstalten eine wahre Wohlthat sind, indem sie auf die körperliche, sittliche und geistige Entwickelung des heranwachsenden, der elterlichen Aufsicht meist ganz entzogenen Geschlechts durch frühzeitige Gewöhnung an Ordnung, Reinlichkeit, Gehorsam und Arbeit einen außerordentlich segensreichen Einfluß ausüben, liegt auf der Hand und braucht wohl nicht näher ausgeführt zu werden. Auch für diese Anstalten, welche unbestritten einem dringenden Bedürfniß entsprechen, zur Zeit aber meistens mehr für das physische, wie für das psychische Wohl ihrer Pfleglinge leisten, gilt ganz dasselbe, was wir eben über die geistige und körperliche Erziehung des Kindes im Kindergarten gesagt haben. Freilich entspricht gegenwärtig der größte Theil

der Kinderbewahranstalten den Anforderungen der Pädagogik nicht und kann ihnen schon deshalb nicht entsprechen, weil fast stets einer oder einigen wenigen Lehrerinnen (oft Nonnen oder Diakonissinnen) eine viel zu große Zahl von Kindern zugetheilt wird. Zudem herrscht meist in diesen Anstalten ein frömmelnder Geist und man greift in ihnen noch zu häufig der Schule (durch Lese-, Schreibe- und Strickunterricht, viel Auswendiglernen u. dergl.) vor.

Der Kindergarten, sowie die Kinderbewahranstalten und die Krippen (d. s. Bewahrungsanstalten für Kinder in den ersten Lebensjahren), sollten nun aber nicht blos der Erziehung des Kindes dienen, sondern gleichzeitig auch eine Bildungsanstalt für die erwachsene weibliche Jugend sein, in welcher die geistige und körperliche Pflege des Kindes studirt wird, also ein Seminar für künftige Mütter und Erzieherinnen, in welchem dem Wissen das Können hinzugefügt wird. Zu diesem Zwecke würde die Verbindung eines Kindergartens und einer Kinderbewahranstalt mit der Schule (wenigstens mit Fortbildungsanstalten für Mädchen und Lehrerinnenseminaren) vom größten Nutzen für die künftige Generation sein. Denn nur wenn die Mütter bessere Erzieherinnen, als sie zur Zeit sind, werden, und wenn sie besser mit der Gesundheitspflege des Kindes vertraut sind, läßt sich auf ein besseres und gesünderes Menschengeschlecht hoffen, als unser jetziges.

## IV. Das Knaben- und Mädchenalter.

### Die Schuljahre.

Dieses Alter, das eigentliche Jugendalter, reicht vom siebenten oder achten Lebensjahre, also vom Beginne des Zahnwechsels, bis zum Eintritte der Mannbarkeit (Pubertät), sonach in unserem Klima beim Mädchen etwa bis zum vierzehnten, beim Knaben bis zum sechszehnten Jahre. In diesem Alter wächst der Körper hauptsächlich in die Länge und wird deshalb schlanker; das Fett unter der Haut nimmt ab und die Muskeln treten mehr hervor; die Knochen werden fester und dichter, Becken und Brustkasten erweitern sich, der Herzschlag wird kräftiger und erfolgt nur 80 bis 85 Mal in der Minute, das Gehirn und also auch der Schädel hören auf an Umfang noch viel zuzunehmen, und deshalb scheint der Kopf im Verhältniß zum übrigen Körper kleiner als in den früheren Lebensaltern, obschon das Gesicht sich noch vergrößert. Im Allgemeinen ist die Massenzunahme nicht mehr so stark wie früher; die Länge nimmt nur etwa um 26 bis 31 Ctm. auf ungefähr 1,30 Meter zu, das Gewicht um etwa 10 Kilogramm auf etwa 32½ Kilogramm. Dagegen treten jetzt bei fort-

schreitender Entwickelung die bleibenden Formverhältnisse immer mehr hervor, die Physiognomie gewinnt festere Züge, das Haar und die Regenbogenhaut des Auges nehmen in der Regel ihre bleibende Farbe an. Das Leben gewinnt an Kraft und Festigkeit und erträgt ziemlich starke Eindrücke ohne Schaden; es zeichnet sich dieses Alter durch einen besonders günstigen Gesundheitszustand aus, und von 100 Kindern stirbt durchschnittlich jährlich blos eins. Trotzdem ist jetzt sehr leicht durch schlechte Ernährung und unpassende oder übermäßige Gehirnanstrengung, zumal bei raschem Wachsthume, der Grund zu sehr beschwerlichen oder langwierigen Uebeln, besonders zu Blutarmuth und Nervenleiden, zu Schief- und Kurzsichtigwerden, zu Engbrüstigkeit und Beckenmißgestaltung zu legen. Die meiste Gefahr aber bringen in diesem Alter geschlechtliche Reizungen (Onanie) und ist deshalb ja Alles fern zu halten, was darauf Einfluß haben könnte. Es darf darum auch die allmähliche Abhärtung und Kräftigung des Körpers neben der geistigen Ausbildung durchaus nicht vernachlässigt werden. Richtige Erziehung in diesem Alter ist die Grundlage für das Wohl der ganzen übrigen Lebenszeit.

Die **körperliche Pflege** sollte beim Knaben wie beim Mädchen so ziemlich dieselbe sein, da bei beiden das Geschlechtliche noch gar nicht in Betracht kommen kann. Beide müssen durch passende Nahrung und gute Luft, gehörige Bewegung im Freien, Turnen, Baden und Schwimmen im Flusse, lockere und nicht zu warme Kleidung, zuvörderst einen gesunden, kräftigen Körper zu erlangen suchen, und diesem ist alsdann die geistige Arbeit anzupassen. Die Nahrung im Jugendalter sei eine reichliche, nahrhafte und reizlose Kost aus thierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln, das Getränk bestehe aus Wasser oder dünnem Biere und Milch; Kaffee und Thee werden am besten ganz vermieden und dürfen höchstens nur in sehr schwachen Aufgüssen genossen werden. Oft wird darin gefehlt, daß man eine Nahrung ohne die gehörige Menge Kochsalz und Fett genießen und nicht genug trinken läßt, obschon unser Körper viel Wasser, Fett und Salz bedarf. — Die Luft, ebenso unentbehrlich zum Leben wie die Nahrung, muß natürlich rein und so oft als nur möglich im Freien geathmet werden. Man gewöhne die Kinder daran, in guter Luft kräftig und tief ein- und auszuathmen, um die normale Entwickelung und Erweiterung des Brustkastens und der Brustorgane zu fördern, dagegen unreine, schlechte Luft zu fliehen und beim Athmenmüssen in kalter rauher und unreiner Luft den Mund geschlossen zu halten und durch die Nase zu athmen. — Die Kleidung, natürlich der Jahreszeit angepaßt, sei locker und kindlich, damit die Kinder sich nicht vorreif für Erwachsene halten. Bei Mädchen muß durchaus das Gewicht der Kleider von den Schultern getragen werden (s. S. 629) und deshalb dürfen sie nicht zu schwere Kleider (besonders Unterröcke) anziehen.

Das Leibchen, an welches ein Theil der Bekleidung Beinkleider, Unterröcke angeknöpft werden kann, sei locker und besonders über der Brust hinreichend weit; Corsets sollten gar nicht gebraucht werden. Die zuträglichsten Kleider für Mädchen sind die nach dem Kutten- und Blousenschnitt verfertigten, nur muß der Gürtel lose darum befestigt werden. In Mädchenerziehungsanstalten sei zur Verhütung von Ueberhebungen die Kleidung von gleichem Stoff und gleicher Farbe. Das Schuhwerk bestehe aus hinreichend langen einbälligen Stiefelchen, welche über den Knöcheln leicht schließen und keine hohen und zugespitzten Absätze haben dürfen. Die modernen Kindertrachten, durch welche insbesondere den Mädchen die Putzsucht geradezu anerzogen wird, stellen dem Verstande der Mütter ein trauriges Zeugniß aus. Vernünftige Mütter werden die Mädchen zu größter Einfachheit gewöhnen und so verhindern, daß dereinst ihre erwachsenen Töchter, wie dies leider zur Zeit bei der Mehrzahl der Frauen der Fall ist, das Ziel ihrer Wünsche in einem verächtlichen und nur zu oft verhängnißvollen Kleiderluxus finden. — Die Reinigung der Haut durch warme Bäder und Waschungen wird in dieser Altersperiode oft ganz mit Unrecht aufgegeben oder doch sehr vernachlässigt. Wöchentlich ein warmes Bad oder doch eine durchgreifende Abwaschung und Abreibung des ganzen Körpers, selbst beim Gebrauch von kalten Flußbädern, ist für die Haut und Gesundheit von großem Vortheil. — Bewegungen, welche leider bei der Erziehung der Mädchen und zwar zum großen Nachtheile künftiger Generationen für entbehrlich gefunden werden, sind gerade für dieses Lebensalter ganz unentbehrlich, müssen aber dem Körperbaue jedes Kindes gehörig angepaßt werden und ebenso unter einander, wie mit hinreichender Ruhe abwechseln. Mädchen wie Knaben sollten womöglich täglich, am besten im Freien, Bewegungen, wie Turnen, Springen, Laufen, Schwimmen, Rudern, Schlittschuhlaufen oder Tanzen vornehmen. Eine vorwiegend sitzende und hockende Lebensweise verhindert bei Mädchen nur zu leicht die gehörige Entwickelung des knöchernen Beckens und seiner Organe, deren normale Beschaffenheit für ihre dereinstige Bestimmung als Gebärorgan von der allergrößten Bedeutung ist. Es ist deshalb ein schändliches Verbrechen gegen die Natur und Menschheit, die Mädchen, anstatt sie zu kräftigen Müttern heranzubilden, zu nervenschwachen, blutarmen und verkrüppelten Damen zu erziehen, ganz abgesehen davon, daß passende Turnübungen wohlgestaltet und schön machen. — Der Schlaf, welcher im Jugendalter der großen körperlichen und geistigen Thätigkeit wegen wohl stets gut ist, muß auch gehörig lang sein und wenigstens 10 bis 12 Stunden dauern. Es ist ganz falsch von Eltern, wenn sie ihre Kinder nur so lange als sich selbst schlafen lassen; Blutarmuth und Bleichsucht sind die nächste Folge davon und deshalb auch in diesem Lebensalter schon so häufig. — Die in diesem Alter wünschenswerthe

Abhärtung durch Kälte (kalte Waschungen und Bäder, Flußbäder, leichte Kleidung und Schlafdecke) werde hübsch allmählich (im Grade und in der Dauer) gesteigert, aber nicht übertrieben. Man erinnere sich stets, daß plötzliche und kurze Einwirkung der Kälte wie ein Reizmittel auf die Hautnerven und das Gehirn wirkt und nervöse Reizbarkeit, Krampfkrankheiten (Veitstanz, Epilepsie) und Blutarmuth (Bleichsucht) erzeugen kann. — Die Sinnesorgane, vorzugsweise die Augen, verlangen eine ganz besondere Schonung und Aufmerksamkeit, da ihr Zustand auf den künftigen Beruf wesentlichen Einfluß hat (s. S. 583).

Die **Erziehung** muß, wie in den früheren Lebensaltern, eine körperliche und eine geistige sein, sowie auch die moralische, zu welcher die Grundlage schon im Kindesalter durch Gewöhnung gelegt wurde, durch den Verstand veredelt werden muß. Uebrigens sollte zwischen der Erziehung der Knaben und der Mädchen, ebenso wie bei Beider körperlicher Pflege, nur wenig oder kein Unterschied gemacht werden, da ja in diesem Alter das Geschlechtliche noch gar nicht entwickelt ist und nach den Schuljahren noch Zeit genug zur eigentlich weiblichen und männlichen Fortbildung existirt. — Die **körperliche** Erziehung muß vorzugsweise auf die Ausbildung von Bewegungsfertigkeiten gerichtet sein und bezieht sich deshalb ebensowohl auf den Gang und die Haltung bei den verschiedenen Bewegungen (beim Turnen, Tanzen, Schlittschuhlaufen, Schwimmen), wie auch auf Sprache, Gesang, Schreiben, Zeichnen, Malen und auf die mechanische Behandlung von Instrumenten. Ebenso ist ferner, wie auch schon im Kindesalter, der Sinn für Reinlichkeit, Ordnungsliebe und Pünktlichkeit recht sorgsam zu pflegen. Zu diesem Zwecke sowie auch zur Erlangung von Geschicklichkeit in den gewöhnlichsten Verrichtungen und Handleistungen, sollte man Kinder sich selbst bedienen lassen, ihnen nicht immer nachräumen und Alles bequem machen. Kinder, denen bei Allem Hülfe geleistet wird, werden, wie die Erfahrung zeigt, später gewöhnlich ungeschickte, unpraktische und unselbstständige Menschen. Ganz besondere Aufmerksamkeit ist auf das Schulkind hinsichtlich des Reinhaltens seines Körpers zu verwenden; besonders sind Zähne, Haare, Nase, Ohren, Hände und Nägel einer strengen Controle zu unterwerfen. Die in diesem Alter häufig auftretende Kurzsichtigkeit ist nicht nur Folge schlechter Schuleinrichtungen, ein weiterer Grund zu ihrer Entwickelung ist (besonders in Städten) der mehr oder weniger vollständige Mangel an Uebung im Fernsehen. Man veranlasse deshalb die Kinder, ihre Augen im Fernsehen zu üben und nach anstrengender Beschäftigung das Auge auf entfernte und beschattete Gegenstände zu richten.

Der Schulbesuch, der einen erheblichen Theil der Lebenszeit (man darf im Durchschnitt nahezu 9000 Stunden rechnen) in Anspruch nimmt, kann in mannigfacher Weise die Gesundheit der Schüler schädigen und erfordert

deshalb unausgesetzte und fürsorgliche Beaufsichtigung der letztern seitens der Lehrer und Eltern. Abgesehen von allgemeinen Ernährungsstörungen, Blutarmuth und Nervosität giebt die Schule sehr leicht Veranlassung zur Entwickelung von zwei immer mehr überhandnehmenden Uebeln: der sogen. Skoliose (seitlichen Verkrümmung der Wirbelsäule, hohen oder schiefen Schulter) und der Kurzsichtigkeit oder Myopie (s. S. 338). Die Skoliose, welche in ihren höheren Graden immer eine Verkümmerung der Brust und Brustorgane, sowie bei Mädchen eine für ihre spätere Bestimmung leicht verhängnißvolle Mißgestaltung des Beckens nach sich zieht, kommt außerordentlich leicht dadurch zu Stande, daß der Schüler entweder vom Lehrer nicht zur richtigen Haltung beim Sitzen angehalten wird, oder daß theils in Folge von Ermüdung der Rückenmuskeln, theils in Folge unzweckmäßiger Subsellien zu hoher Tischplatten, zu großen Abstandes der Bank vom Tische und an falschen Orten angebrachter Fußleisten der Schüler zum fortwährenden Schiefsitzen geradezu gezwungen ist. — Was die Haltung des Schülers, besonders beim Arbeiten (vorzugsweise beim Schreiben) im Sitzen betrifft, so muß diese eine solche sein, daß bei geradem Sitzen die beiden Schultern desselben stets in gleicher Höhe stehen, und nicht etwa die eine, (die rechte) eine höhere Stellung einnimmt, als die andere. Vorzugsweise beim Schreiben nehmen die Kinder leicht aus Nachlässigkeit und Ermüdung, oder wenn sie an zu hohem Tische schreiben müssen, eine so üble Haltung an, daß dabei die Stellung des Rückgrates ganz der beim ausgebildeten Schiefsein gleicht. Es besteht diese falsche Haltung aber darin, daß (bei nach vorn gekrümmter und nach rechts gedrehter Wirbelsäule, sowie bei nach vorn und links gebeugtem Kopfe und Rumpfe) nur der ganze rechte Vorderarm auf den Tisch fest aufgelegt wird, während der linke Arm bis zur Hand vom Tische heruntergezogen und an die linke Seite des Rumpfes angepreßt ist. Auf diese Weise muß natürlich die rechte Schulter weit höher als die linke zu stehen kommen (s. Fig. 91). Man hat also darauf zu achten, daß das Kind nicht schief, nicht mit angedrückter Brust und nicht mit stark nach vorn gebogenem Oberkörper und vorfallendem Kopfe sitzt. — Die richtige Haltung des sitzenden und schreibenden Kindes bestehe sonach darin, daß der Oberkörper desselben vollkommen aufrecht erhalten und nur der Kopf ein wenig gebeugt wird, daß beide Vorderarme bis etwa zu ihrer Mitte (nicht bis mit den Ellenbogen) auf den Tisch aufgelegt werden und die Queraxe des Körpers mit dem Tischrande parallel liegt, so daß das Kind mit der vollen Breite seines Oberkörpers gerade und so nahe als möglich vor dem Tische sitzt, seine Stütze im gestreckten Rückgrate und nicht in den aufgelegten Armen findet, und daß seine beiden Schultern in ganz gleicher Höhe stehen. Das Papier oder die Tafel, auf welchen das Kind schreibt, werde mit dem obern Rande ein wenig schräg nach links gedreht. Natürlich müssen die Subsellien so eingerichtet sein, daß sie eine solche richtige Haltung

Fig. 91. Fehlerhafte Haltung beim Schreiben und dadurch bedingte Skoliose.

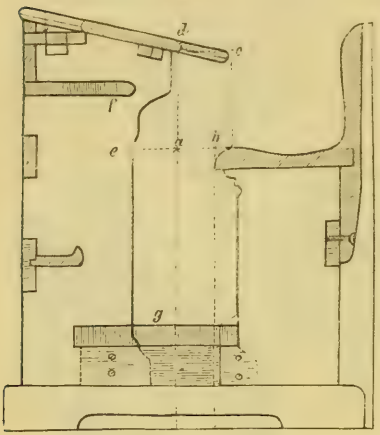
des Kindes ermöglichen, daß also Tische und Bänke in richtigem Verhältnisse zu der verschiedenen Körpergröße der Kinder stehen, der Tisch ja nicht zu hoch und der Abstand der Bank vom Tische nicht zu groß sei. Auch müssen die Füße und Oberschenkel mit dem größten Theile ihrer Unterfläche ordentlich aufruhen können.

Bei den zweckmäßigsten Subsellien (Tischen und Bänken) würde nun aber das Schulkind doch schief werden müssen, wenn demselben vom Lehrer zugemuthet würde, länger, als es die Rückgratsstreckmuskeln aushalten können, gerade zu sitzen. Und hierin wird von den Lehrern am meisten gefehlt, und zwar deshalb, weil sie auf die Beschaffenheit der Musculatur ihrer Schüler gar keine Rücksicht nehmen, und weil sie meinen, die Bänke müßten Lehnen zur Unterstützung des Geradesitzens haben, nicht aber zum Ausruhen der beim Geradesitzen angestrengten Rückenmuskeln durch behagliches Anlehnen. Wenn auch in Folge des schlangenförmigen Baues der Wirbelsäule Kopf und Rumpf bei aufrechter Haltung im Stehen und Sitzen ohne große Muskelanstrengung in der Balance gehalten werden können, so müssen doch dabei immer noch die Nacken- und Rückenmuskeln mitwirken. Diese werden nun aber beim längeren Gerade- und Stillsitzen durch Ueberanstrengung schwach und matt und der Rumpf sinkt zusammen, und zwar meist nach der linken Seite, was nach und nach eine bleibende Verkrümmung der Wirbelsäule nach sich ziehen kann. Um dies zu verhüten, ist es die Pflicht der Lehrer, ihre Schüler, zumal die bleichen mageren Mädchen mit schlaffer Musculatur, nicht zu lange gerade sitzen, und nach dem Geradesitzen sich ordentlich anlehnen zu lassen. Zu diesem und zwar nur zu diesem Zwecke sind *Lehnen an Schulbänken unentbehrlich*, und zwar am besten niedrige Kreuzlehnen, weil diese ein Abrutschen von der Bankfläche verhindern, die vortheilhafte hintere Sitzlage begünstigen und auch ein zeitweiliges Aufstützen der Ellenbogen gestatten (siehe S. 154). Auch kann das Ausruhen dadurch noch bewerkstelligt werden, daß sich das Kind bei vorgebogenem Oberkörper mit beiden Armen auf die Tafel, aber so auflehnt, daß beide Schultern gleich hoch stehen. Im Hause lasse man durch langes Sitzen ermüdete Kinder durch Horizontalliegen ausruhen.

An zweckmäßige Subsellien hat man also folgende Forderungen zu stellen: sie müssen *jedem* Schüler (dem großen wie dem kleinen) einen *bequemen*, ebenso *zum Arbeiten*, wie *zum Ausruhen* passenden Sitz bieten, welcher denselben nicht wie in einen Schraubstock einzwängt und ihn nicht zwingt, seinem Körper beim Arbeiten eine schlechte Haltung und seinem Auge eine falsche (zu nahe) Stellung zum Sehgegenstande zu geben. Es muß ein solches Subsellium, bei welchem der Abstand zwischen Bank und Tisch (die Distanz) nicht zu weit und die Höhe des Tisches zur Bank (die Differenz) weder zu gering noch zu groß sein darf, dem Schüler gehörigen Raum zum Stehen und Bewegen, sowie zum Vor- und Hinterrücken auf dem Sitze (zum Wechseln zwischen der vorderen und hinteren Sitzlage) geben und durch eine passende Kreuzlehne die Gegend der untersten Lendenwirbel gehörig unterstützen. Daß der Lehrer diese Lehne auch zur richtigen Zeit und in passender Dauer, nach dem Grade der Anstrengung beim Geradesitzen und nach der Constitution des Schülers, von diesem benutzen lassen muß, braucht wohl nicht weiter auseinandergesetzt zu werden. Und daß der verschiedenen Größe der Schüler angepaßte Subsellien in einer Schule vorhanden sein müssen, versteht sich wohl von selbst. Zahlreiche Körpermessungen haben als Resultat ergeben, daß die Höhe der Bank (des Sitzbretes über dem Boden oder dem Fußbret Fig. 92, ag) $^2/_7$ der Körperlänge der Kinder betragen soll, die Tiefe der Bank $^1/_5$ der Körperlänge, die Differenz von Bank- und Tischhöhe (bc) $^1/_{10}$ der Körperlänge + 4 Centimeter (bei Mädchen — 6 Centimeter wegen der Dicke der Kleider;

die Distanz soll gleich Null sein, noch besser ist es, wenn der vordere Bankrand um 2—5 Centimeter unter den Tischrand hereinragt (sog. Minusdistanz). Die Tischplatte soll eine Neigung von etwa 12 Grad besitzen, ihre Tiefe (von vorn nach hinten) 45—50 Centimeter betragen. Die Breite des Platzes soll für die jüngeren Schüler zu 55 Centimeter, für die älteren zu 60—65 Centimeter berechnet werden. Um nicht zu viele, verschieden hohe Subsellien anschaffen zu müssen, können für die kleineren Schüler in ihrer Höhe veränderliche Tische oder Bänke benutzt werden, auch sind die Schüler nach ihrer körperlichen Größe und sonstigen körperlichen Beschaffenheit (Kurzsichtigkeit, Schwerhörigkeit), nicht aber nach ihren Leistungen zu placiren. Daß übrigens die Herstellung von zweckmäßigen Subsellien für die Schüler der höheren Classen, welche in der Regel von der verschiedensten Größe sind, eine sehr schwierige Aufgabe ist, soll nicht geleugnet werden. Ebenso wenig aber auch, daß das Placiren der Schüler nach ihren Leistungen nur von zopfigen Lehrern als unumgänglich nöthig angesehen wird. — Schließlich sei noch der ganz verkehrten Handlungsweise mancher Lehrer und Erzieher gedacht, welche darin besteht, daß sie ein durch längeres Geradesitzen ermüdetes Kind durch nachfolgendes Turnen, also durch weiteres Ermüden, wieder kräftigen wollen; Liegen thut einem solchen Kinde am besten.

Fig. 92.




Was weiterhin die Entstehung der Kurzsichtigkeit durch die Schule (s. S. 581) anlangt, so ist dieselbe neuerdings durch zahlreiche und mit wissenschaftlicher Genauigkeit ausgeführte Untersuchungen unumstößlich erwiesen worden. Professor Cohn in Breslau, welcher die Augen von 10,000 Schulkindern untersuchte, fand zuerst als Ergebniß dieser Prüfung, daß es keine Schule ohne kurzsichtige Schüler giebt und die Ursache der so häufigen Kurzsichtigkeit der Kinder weniger in dem Lehrplan (in Ueberbürdung mit Augenarbeiten), in den Lehrmitteln (zu kleine Schriften), in der falschen und ungenügenden Beleuchtung und überhaupt in den Anforderungen, welche an die Augen der Schüler gestellt werden, liegt, als vielmehr an den äußeren Schuleinrichtungen und vorzugsweise an den unzweckmäßigen Schulbänken, durch welche die Kinder förmlich gezwungen werden, die Schrift beständig in großer Nähe und bei vorgebeugtem Kopf und Rumpf zu betrachten.

Es stellte sich bei dieser Prüfung weiterhin heraus, daß in den Dorfschulen nur wenig Kurzsichtige sich finden, daß dagegen in den Stadtschulen achtmal mehr Kinder kurzsichtig sind, als in den Dorfschulen, daß ferner in den Elementar- und Volksschulen weit weniger Kurzsichtige als in den höheren Schulen vorhanden sind, daß endlich in allen Realschulen, höheren Töchterschulen und Gymnasien eine continuirliche, sehr beträchtliche Zunahme der Kurzsichtigkeit von Classe zu Classe zu beobachten ist. Auf den Mittelschulen ist mehr als der zehnte, auf den Realschulen fast der fünfte, auf den Gymnasien mehr als der vierte Theil der Schüler kurzsichtig. Durchschnittlich sind in allen Schulen in den

obersten Classen mehr Kurzsichtige zu finden als in den untersten und zwar wird nach Oben hin nicht nur die Zahl der Kurzsichtigen, sondern auch der Grad der beobachteten Kurzsichtigkeit immer bedeutender. — Höhere Grade von Kurzsichtigkeit, die nach und nach zur wirklichen Schwachsichtigkeit führen können, fanden sich in den Dorfschulen gar nicht, während schon in den städtischen Mittelschulen die Stärke der Kurzsichtigkeit wächst und in den Realschulen und Gymnasien ganz bedeutend zunimmt. Es giebt übrigens doppelt so viel kurzsichtige Knaben als Mädchen; nach Lebensjahren findet in allen Schulen eine stete Zunahme der Kurzsichtigen statt. Es ließ sich auch nachweisen, daß, je enger die Gasse, in welcher die Schule steht, je höher die gegenüberliegenden Häuser, in einem je niedrigerem Stockwerke die Classe befindlich, um so mehr die Zahl der kurzsichtigen Schüler steigt. — Die Aufsehen erregenden Untersuchungen von Professor Cohn wurden auch anderwärts von tüchtigen Augenärzten wiederholt und in jeder Hinsicht bestätigt und es läßt sich jetzt, nachdem über 50,000 an Schulkindern angestellte Augenspiegeluntersuchungen zu demselben Resultate geführt haben, gar nicht mehr daran zweifeln, daß die Schule durch schlechte Beleuchtung, unzweckmäßige Subsellien und anhaltende Ueberanstrengung der Augen ohne gehörige Ruhepausen wesentlich zur Entwickelung der immer mehr in erschreckender Weise überhandnehmenden Kurzsichtigkeit beiträgt. Abhülfe thut hier dringend Noth; dieselbe kann aber nur durch bessere Beleuchtung der Schulzimmer, zweckmäßigere Subsellien (s. S. 653) sorgsamere Beaufsichtigung der Kinder beim Arbeiten und Schreiben in der Schule wie im Hause, sowie durch gehörige Ruhe der Augen nach anstrengenden Arbeiten erreicht werden. Eingehendere Vorschriften hierüber sind bereits oben bei der Pflege der Augen (s. S. 581) gegeben worden.

Die **geistige** Erziehung, ob eine häusliche oder Schulerziehung bleibt sich ganz gleich, muß folgende Gesetze beobachten, wenn sie von gutem Erfolge sein soll: 1) sie hat sich dem Körperzustande und der Beschaffenheit (Ernährung) des Gehirns des Kindes genau anzupassen; 2) sie darf nur sehr allmählich (in der Stärke und in der Dauer) gesteigert werden; 3) sie muß eine passende Abwechselung im Geistigthätigsein beobachten; 4) sie soll jeder geistigen Anstrengung die nöthige Hirnruhe folgen lassen; 5) die Hirnthätigkeit selbst ist zuvörderst durch richtige Sinneseindrücke (Anschauungsunterricht) anzuregen und sodann ebensowohl in ihrer Gemüths- und Willens-, wie Verstandesrichtung durch Uebung (Gewöhnung und geistige Selbstthätigkeit) zu vervollkommnen. Eine richtige Verstandesbildung verlangt aber weit weniger die Ausbildung des Gedächtnisses und der Phantasie, als die gehörige Entwickelung des Begriffs-, Urtheils- und Schlußvermögens (Denkkraft). — Sonach muß man von einer Schule, wenn sie naturgemäß eingerichtet sein soll, Folgendes verlangen: a) sie hat nicht blos auf das geistige, sondern auch auf das körperliche Gedeihen ihrer Schüler die nöthige Rücksicht zu nehmen und deshalb stets auf gute, reine und gleichmäßig warme Luft in den Schulzimmern (die gehörig zu reinigen, lüften, ventiliren und nicht mit Schülern zu überfüllen sind) zu halten; ferner darauf zu sehen, daß die Höhe der Bänke und Tische gehörig zu einander und für die Größe der Kinder paßt, daß die Augen ordentlich geschont werden, daß die Kinder nicht zu lange

und wohl gar ohne sich anzulehnen, gerade sitzen müssen, daß die Kinder keine falsche Haltung beim Sitzen und beim Schreiben, Zeichnen und bei weiblichen Handarbeiten annehmen, daß sie ferner zu gewissen Zeiten (aber ja nicht etwa nach angestrengtem Geradesitzen ohne Anlehnen) zu passenden Bewegungen (Turnen s. S. 601), wo möglich im Freien, und zum kräftigen Athmen angehalten werden, daß endlich schwachen, blutarmen Kindern nicht ebensoviel wie kräftigen zugemuthet wird. Vor Allem aber hat die Schule die Kinder, auch schon die kleinsten, mit den einfachsten Regeln zur Erhaltung der Gesundheit und zur Verhütung von Krankheiten nicht blos bekannt zu machen, sondern auch durch stetes Anhalten zur Erfüllung jener Regeln diese den Kindern als heilsame Gewohnheit für das Leben anzuerziehen. Nur auf diese Weise kann die Erkenntniß von dem Werth der Gesundheitspflege für das Wohl des Einzelnen wie der Gesammtheit nach und nach tiefer in das Volk dringen. b) Die geistige Erziehung geschehe vorzugsweise durch Anschauung (Veranschaulichung), die aber ebensowohl eine äußere (durch Sinneswahrnehmungen), wie eine innere (durch lebendige Vorstellungen von Dingen mit Hülfe der Einbildungskraft) sein muß. Sodann müssen aber auch diese Vorstellungen, welche in uns ein Bild von einem Gegenstande, oder einer Begebenheit, einer Thatsache, einer Geschichte mit einer Menge von Gegenständen, einer Zeit mit ihren Ereignissen u. s. w. erwecken, zur Bildung von Begriffen, von Urtheilen und Schlüssen verwendet werden. Leider fehlen in den meisten Schulen die gehörigen Denkübungen, gegründet auf Anschauungen und der größte Theil des geistigen Unterrichts besteht in Gedächtnißübungen. — Ein ganz vortreffliches Förderungsmittel der Volksbildung ist der **Volksschulgarten**, in welchem das Kind durch seinen Umgang mit der Natur zum Naturfreunde und so mit Hülfe der Belehrung über die verschiedenen Vorgänge in der Natur weit leichter zum gesunden, guten und vernünftigen Menschen erzogen werden kann, als in der Schulstube. Vor wenigen Jahren hat Prof. Dr. Schwab in Wien (in seiner lehrreichen Schrift „Der Volksschulgarten. Ein Beitrag zur Lösung der Aufgabe unserer Volkserziehung") die großen Vortheile dieses Erziehungsmittels eindringlich auseinander gesetzt und Vorschläge gemacht, wie der Schulgarten eine Schule richtigen, naturgemäßen Urtheilens und eine Quelle der reinsten Kinder- und schuldlosesten Jugendfreuden, dadurch aber die Volksschule eine Pflanzstätte des Wohles der Nation werden kann.

**Schule; geistige Erziehung.** Beim Kinde soll in der Schule durch den Lehrer das Organ der geistigen Thätigkeit (also des Verstandes und Bewußtseins, des Gefühls und Gemüths, des Willens), nämlich das Gehirn (siehe S. 302), mit Hülfe passender Uebung und Gewöhnung soviel als möglich ausgebildet werden. Diese Ausbildung, die aber in der Volksschule nur bei einem gesunden und gehörig entwickelten Gehirne vorgenommen werden

sollte und alle Thätigkeiten des Gehirns (ebenso die des Verstandes, wie die des Gemüths und Willens) betreffen muß, darf nur durch ganz allmähliche und der Individualität des Kindes angepaßte Steigerung in der Dauer und Stärke der Hirnthätigkeit, sowie durch zweckmäßige Abwechselung dieses Thätigseins, erstrebt werden. Man könnte gewissermaßen die Behandlung des Gehirns bei der Erziehung mit derjenigen vergleichen, welche die Musculatur auf dem Turnplatze zu erleiden hat. Auch hier dürfen nicht einzelne Muskelabtheilungen (z. B. blos der Arme und Beine), sondern es müssen alle willkürlichen Muskeln gehörig geübt werden; auch hier kann eine richtige Geschicklichkeit und Kräftigung nur durch allmählich sich steigernde und abwechselnde passende Uebungen erzielt werden. Verstöße gegen diese Gesetze bringen beim Turnen wie bei der geistigen Erziehung Nachtheile.

Da hiernach das Gehirn dasjenige Organ ist, welches in der Schule vorzugsweise in Betracht kommt, so muß auch vom Lehrer auf dieses Organ die hauptsächlichste Rücksicht genommen werden und es ist deshalb nöthig, daß derselbe auf die Größe, den Ernährungszustand und die Reizbarkeit desselben sein Augenmerk richtet. Was die Größe und Arbeitsfähigkeit des Gehirns anbelangt, so erreichen diese erst mit Ablauf des 7. Lebensjahres denjenigen Grad, welcher das Kind für den Schulunterricht, wenigstens wie er jetzt ist, befähigt. Vorzeitiges ernsteres Thätigsein des noch in der materiellen Entwickelung begriffenen Gehirns schadet stets und zwar ebenso dem ganzen Körper wie dem Gehirne. Die bei Schulkindern auffallend häufig vorkommende Blutarmuth rührt sicherlich mit von dem zu zeitigen Schulbesuche her, ebenso auch die krankhafte Reizbarkeit und die aus Ueberreizung hervorgegangene Schwäche des Gehirns bei Kindern und Erwachsenen, eine Thatsache, welche erst neuerdings wieder hervorragende Irrenärzte mit Recht ganz ausdrücklich betont haben. — Das Gehirn wird in seinem Wachsthum nicht selten durch vorzeitiges Festwerden des Schädels (der Hirnkapsel) aufgehalten, dann bleibt das Gehirn, sowie der Schädel (zumal das Vorderhaupt) zu klein und kann niemals, auch beim besten Unterricht dieselbe geistige Thätigkeit entwickeln, wie ein gehörig großes Gehirn (s. S. 126). Auf solche blödsinnige Kleinköpfe muß der Lehrer Rücksicht nehmen und dahin streben, daß dieselben aus der Schule entfernt und einer besonderen Anstalt übergeben werden. Auch sogen. schwachsinnige Kinder müssen, wenn durch sie in der Schule die übrigen kräftigen Kinder im Lernen nicht zurückgehalten werden sollen, durchaus einer besondern, von sachverständigen Lehrern geleiteten Lehranstalt überwiesen werden. Ein blutarmes, schlechternährtes Gehirn, welches sich entweder widernatürlich reizbar oder träge zeigt, darf niemals so behandelt und angestrengt werden, wie ein gutgenährtes kräftiges. Der Lehrer kann aber auf ein solch blutarmes Geistesorgan schließen, wenn das (träge sinnige) Kind überhaupt schlecht genährt ist und die Zeichen allgemeiner Blutarmuth (s. später) an sich trägt. — Stammt ein Kind aus einer Familie, in welcher mehrere Glieder an Hirn- und Nervenaffectionen litten, dann ist eine äußerst vorsichtige Behandlung des Gehirns desselben nöthig. Deshalb sind Erkundigungen in dieser Beziehung von Seiten des Lehrers durchaus nicht überflüssig. Ueberhaupt wäre es für die geistige Erziehung vom größten Vortheile, wenn die Erzieher den körperlichen Zustand ihrer Pfleglinge besser kennten und solchen mit Schwächen und Gebrechen (besonders der Sinne) eine besondere Aufmerksamkeit (Setzen in die Nähe des Lehrers, Kräftigen der schwachen Sinne durch Gewöhnung u. s. w.) widmen wollten.

**Gesündigt** gegen das Schulkind wird von Eltern und Lehrern häufig: durch zu zeitiges in die Schule Schicken und durch zu viele Schul- und Privatstunden; — durch unpassende und überhäufte Schul-

arbeiten; — durch mangelnde Uebereinstimmung zwischen den Erziehern (Eltern, Schule und Haus); — durch mangelhafte Pflege der Augen; — durch zu zeitiges aus dem Bette Aufstehen und zu langes Aufbleiben; — durch zu langes Gerade-, Gebückt- oder Schiefsitzen (ebenso in der Schule an unzweckmäßigen Subsellien, wie im Hause an runden Tischen) oder Anlehnen des Rückens; — durch Sitzen an zugigen Fenstern und Thüren; — durch Mangel an Erholung und Bewegung; — durch schlechte und zu kalte oder zu heiße Luft im Schulzimmer; — durch zu wenig Essen und nicht nahrhafte Kost; — durch falsche Bestrafung und Belohnung; — durch beengende und unzweckmäßige Kleidung der Mädchen.

## V. Das Jünglings- und Jungfrauenalter.

Nach den Schuljahren tritt der Knabe in das Jünglings-, das Mädchen in das Jungfrauenalter, und dieses reicht bei ersterem vom 16. bis zum 24., bei letzterem vom 14. bis zum 20. Jahre. Es beginnt dieses Alter mit der Entwickelung der Zeugungskraft (Mannbarkeit, Pubertät) und reicht bis zur Beendigung des Wachsthums; es findet sonach hier ein fortgesetztes Reifen und Ausbilden in Bezug auf die geschlechtliche Bestimmung statt und die wirkliche Reife wird erst am Ende dieses Zeitraums erreicht. Deshalb ist auch das Verheirathen in diesem Lebensalter stets nachtheilig und der richtigen Entwickelung des Körpers hinderlich. Jetzt erst verlangt jedes Geschlecht seine ganz besondere Erhaltung und Erziehung. Das Wachsthum macht zu Anfange dieses Lebensalters, besonders beim weiblichen Geschlechte, ziemlich schnelle Fortschritte; die Größe nimmt ungefähr um 26 bis 31 Ctm., das Gewicht um 25 bis 30 Kilogramm zu. Alle Organe erreichen nach und nach ihre im mittleren Lebensalter bleibende Größe und Beschaffenheit; beim Jüngling bildet sich hauptsächlich der Brustkasten, bei der Jungfrau das Becken aus; das Herz schlägt 75 bis 80 Mal. Das Sterblichkeitsverhältniß ist in diesem Zeitraume noch sehr günstig, obschon Krankheiten weit häufiger als in früheren Jahren sind. Vorzüglich gefährlich ist es, wenn jetzt gleichzeitig mit stärkerem Wachsthume auch noch anstrengende geistige und geschlechtliche Reizungen stattfinden. Leider wird auf die Erhaltung der Gesundheit in dieser Periode viel zu wenig Aufmerksamkeit verwendet, obschon eine solche, besonders beim weiblichen Geschlechte, sehr nöthig ist. — Ueber die Krankheiten dieses Alters später.

Beim **weiblichen Geschlechte** ist der Eintritt der Pubertät möglichst zu verzögern, da die Erfahrung lehrt, daß bei spät eintretender Periode das weibliche Geschlecht mehr Aussicht auf längeres Jungbleiben, sowie auf ein längeres und gesünderes Leben hat.

Es läßt sich dies aber nur dadurch erreichen, daß man die Mädchen möglichst spät in die Gesellschaft einführt und solange als nur möglich noch wie Kinder (in Kost, Kleidung, Schlaf, Bewegungen und Vergnügungen) behandelt. Das Zustandekommen vorreifer Gedanken und Gefühle, die leicht durch Romane, frühzeitiges Tanzen und unpassende Unterhaltung Erwachsener angeregt werden können, ist ängstlich abzuhalten (am besten durch gehöriges Ausarbeiten in Haus und Wirthschaft sowie durch andere ermüdende Bewegungen), und es sollten unter allen Verhältnissen (auch gerade dann, wenn sich das Eintreten der Periode schon kund giebt) die Mädchen möglichst lange der Kinderstubendisciplin unterworfen bleiben. Da dies im elterlichen Hause sehr oft nicht durchgeführt werden kann, so ist es von Vortheil, ein Mädchen nach den Schuljahren sofort einer guten Töchtererziehungsanstalt zur Fortbildung zu übergeben. Hier muß aber dasselbe, so lange es in der Entwickelungsperiode steht, mehr zu häuslichen als geistigen Beschäftigungen angehalten werden, weil letztere während jener Periode nachtheiligen Einfluß äußern können, wenn sie anhaltend und anstrengend betrieben werden. Freilich wird neuerdings in gar vielen Pensionaten und Erziehungsanstalten mehr auf oberflächliche geistige Dressur, als auf die normale Entwickelung und Pflege des Körpers gegeben. Uebrigens thut eine Mutter gut, die Tochter auf die regelmäßig eintretenden Erscheinungen der Pubertät mit wenig Worten aufmerksam zu machen, sonst aber durchaus keine Mittel zur Beförderung des Eintritts anzuwenden. Befindet sich das Mädchen wohl, es mag der Eintritt der Periode sich noch so lange verzögern oder unregelmäßig erscheinen, so ist kein Mittel nöthig, befindet es sich aber unwohl, dann muß der Arzt zu Rathe gezogen werden. — Die Nahrung soll im Jungfrauenalter einfach und reizlos, aber nahrhaft und leicht verdaulich, sowie gehörig fetthaltig sein, sie muß zu regelmäßigen Zeiten genossen und gut gekaut werden, auch sind Getränke (Wasser, Milch oder leichtes Bier) in ziemlich reichlicher Menge zu genießen. Dagegen sind scharfe und starke Gewürze, starker Kaffee und Thee, Wein und starkes Bier zu vermeiden. Widernatürlichem Appetite (Gelüsten) nach diesem oder jenem Nahrungsstoffe, der sich besonders bei Bleichsüchtigen findet, darf durchaus nicht nachgegeben werden. — Frische, reine Luft, so oft als möglich geathmet, ist auch in diesem Alter ein Haupterforderniß zum ordentlichen Gedeihen der Gesundheit. Sie wirkt um so gedeihlicher, je kräftiger und tiefer sie eingeathmet wird. — Der Kleidung der Jungfrau (s. S. 567 und 649) ist eine ganz besondere Aufmerksamkeit zu widmen, da sie gewöhnlich sehr unzweckmäßig und ungenügend, ja sogar gesundheitswidrig ist. Ungenügend bekleidet ist in der Regel der obere Theil der Brust, sowie die untere Körperhälfte, obschon beiden Parthien die Kälte durchaus nicht von Vortheil ist. Es würden sicherlich weit

weniger Frauenkrankheiten existiren, wenn alle Jungfrauen kurze Beinkleider von dünnem Baumwollenzeuge trügen, wenn sie die Schultern und die Brust besser bekleideten, und wenn sie auf warme Füße hielten. Die Corsets oder Schnürleibchen können gefährlich werden, wenn sie den untern Theil des Brustkastens und den obern Theil des Bauches stark zusammendrücken, weil sie dann gleichzeitig die wichtigsten Brust- und Bauchorgane, nämlich Lungen und Herz, sowie Magen, Leber und Milz in Ausübung ihrer Functionen behindern. Sie müssen deshalb, wenn sie nicht schaden sollen, so eingerichtet sein, daß sie nur den Theil des Leibes lose einschnüren, der sich zwischen Hüfte und unterm Rande der Brustkastens befindet (die Taille). Außerdem dürfen sie die Brüste in keiner Weise incommodiren und sollten auch noch in den Seitentheilen breite elastische Streifen eingesetzt haben (s. S. 568). Auch die Unterröcke können Nachtheil bringen, wenn sie durch Bänder rings um den Leib befestigt sind, weil dann Leber und Milz eingedrückt werden. Um dies zu verhüten, sollten die Unterröcke entweder an das Corset angeknöpft oder durch einen breiten Bund oder noch besser Achselbänder gehalten werden. Ebenso unschön wie nachtheilig ist ferner das Einzwängen (durch ausgeschnittene Kleider) der Schultern und des obern Theils des Brustkastens, gerade desjenigen Brusttheils, mit dem die Frauen vorzugsweise zu athmen pflegen. — Bewegungen können und sollen sich Jungfrauen möglichst viel durch Spazierengehen, Turnen, Tanzen, Schwimmen und Schlittschuhlaufen verschaffen, jedoch darf keine dieser Bewegungen bis zur Uebermüdung übertrieben werden, sondern muß immer nur mit Maß und Ziel geschehen. Am meisten haben sich Jungfrauen vor Erkältung nach dem Tanzen in Acht zu nehmen (s. S. 603). Am vortheilhaftesten ist das Freiturnen mit Beobachtung der auf S. 601 angegebenen Regeln. — Der Schlaf ist für die Jungfrau, deren Körper ja noch in der Entwickelung begriffen ist, eben dieser Entwickelung wegen von großer Bedeutung, und darf nicht oft (weder durch Vergnügungen, noch durch Arbeit) entzogen werden; 8—10 Stunden zu schlafen (früh zu Bett gehen und früh aufstehen!) ist dem jungfräulichen Körper durchaus zuträglich, zumal bei Bleichsucht. Im Schlafzimmer ist stets auf reine Luft zu halten; Matratze und Decken sind Federbetten entschieden vorzuziehen. Die Hautreinigung durch Bäder ist gerade in diesem Lebensalter, wo sie gewöhnlich vernachlässigt zu werden pflegt, ein Haupterforderniß für das Gesundbleiben. Es sind übrigens hierzu warme Bäder (von + 22—26° R.) auch schon wegen ihres beruhigenden Einflusses auf das Nervensystem den kalten vorzuziehen, obschon das Flußbad (mit Schwimmen) im Sommer dem gesunden jungfräulichen Körper sehr gut ist. Nicht genug zu warnen sind aber Bleichsüchtige vor kalten Bädern und noch mehr vor kalten Uebergießungen, die stets als heftige Reizmittel wirken und dem

weiblichen Geschlechte im Allgemeinen ebensowenig als starke Gewürze und Spirituosen dienlich sind. — Eine besondere Sorgfalt verdient die Pflege der für die spätere Bestimmung der Jungfrau so wichtigen Brüste, welche durch tägliches Waschen und Begießen mit kaltem Wasser, durch kühle Bedeckung und durch eine verständige Abhärtung des ganzen Körpers abzuhärten und zu gehöriger Entwickelung zu bringen sind.

Die körperliche und geistige Erziehung der Jungfrau muß natürlich auf ihren künftigen Beruf (als Gattin, Mutter und Hausfrau) gerichtet sein und darf nicht blos in Stricken und Nähen, Kochen und Backen, oder in Französisch- und Englischsprechen, sowie in Singen und Clavierspielen bestehen. Zur zweckentsprechenden Führung eines Haushaltes gehören vor allem Kenntnisse von den Naturkräften und Naturprocessen, ebensowohl derjenigen, die außerhalb, wie auch derjenigen, die innerhalb des menschlichen Körpers vor sich gehen und die bei den hauswirthschaftlichen Verrichtungen fast jeden Augenblick in Betracht kommen, wie bei der Erzeugung von Wärme und Licht, bei der Wahl, Zubereitung und Aufbewahrung der Nahrungsmittel, bei der Beurtheilung der Luft, Temperatur, Wohnung und Kleidung u. dergl. — Eine naturgemäße leibliche und geistige Erziehung der Kinder richtig leiten zu können, setzt eine Kenntniß vom menschlichen Körper insofern voraus, als erst durch diese die Gesundheit gehörig bewahrt, die Krankheit verhütet und in ihrer Ausbreitung nicht selten gehemmt sowie das Organ für geistige Thätigkeit kräftig erhalten und richtig bearbeitet werden kann. Leider macht man die Jungfrauen nur selten mit der Erziehungslehre bekannt, obschon es äußerst nothwendig wäre, daß nach dieser die Erziehung der Kinder durch die Mütter und Erzieherinnen richtig geleitet würde. Noch immer ist das Erziehen der Mehrzahl derselben nichts als ein Experimentiren nach bloßem Hörensagen. Vom größten Vortheile wäre es sodann für die Jungfrauen, wenn sie praktische Erziehungsstudien in Kleinkinderbewahranstalten, Krippen und Kindergärten machten und hier die geistige und körperliche Pflege des Kindes studirten; auch Findelhäuser, Waisenanstalten könnten dazu mit benutzt werden. — Die Frau als Gesellschafterin, als Lebensgefährtin des Mannes und als Mitglied eines Familienkreises muß von dem, was in der Welt vorgeht, von dem, was den Mann beschäftigt und interessirt, wenigstens soviel kennen, um ein Verständniß dafür, ein Mitinteresse daran zu besitzen. Die gebildete Frau muß über die Gegenstände, welche in der größeren Gesellschaft besprochen zu werden pflegen, über die allgemeinen Interessen des Lebens, der Cultur, der Menschheit, wenigstens soweit unterrichtet sein, um, wenn auch nicht allemal selbst ein Urtheil abzugeben, doch mit ihrem Geiste und Gefühle an dem Gespräche sich betheiligen, nöthigenfalls auf dasselbe

eingehen zu können. Sie muß daher von dem, was der menschliche Geist erschaffen und erstrebt hat, was er täglich noch schafft und erstrebt, von den Fortschritten der Menschheit in Kunst, Wissenschaft, Sitte, Erfindungen und Entdeckungen u. s. w. wenigstens im allgemeinen unterrichtet sein. Eine gebildete Frau soll darum noch keine gelehrte sein, — (die sogenannten gelehrten Frauen sind sehr oft nicht wirklich gebildete) — sie soll nicht mit einer Masse unverdauten oder oberflächlich angelernten Wissens kokettiren, sondern sie soll das, was sie weiß, ganz wissen und im Leben anzuwenden verstehen, dadurch aber die Fähigkeit erlangen, mit Hülfe eigenen Beobachtens und Nachdenkens sich selbst weiter fortzubilden. Es ist ein wesentlicher Mangel in der Bildung so vieler Mädchen und Frauen unserer Zeit, daß sie vielleicht im Besitze von Kenntnissen mancherlei Art, auch gewisser äußerer Formen und conventioneller Redensarten sind, doch des selbstthätigen inneren Geistes- und Gemüthslebens entbehren, welches erst die wahre Bildung und die echt weibliche Liebenswürdigkeit ausmacht. Darin besteht die allein wahre und allein vernünftige Emancipation der Frauen, daß sie eine solche innere Bildung statt der nur zu häufig blos äußerlichen, eine wahre Seelen- und Herzensbildung statt der bloßen Dressur des Gedächtnisses und Verstandes erstreben, daß sie sich einen offenen Sinn für die sie umgebende Natur und deren Schönheiten, sowie auch deren ernste Zwecke, ein Verständniß und ein aus diesem hervorgehendes tiefes und warmes Interesse für die Bestrebungen der Menschheit, für die Fortschritte der Kultur, für das Leben und seine mannigfach wechselnden Erscheinungen, seinen Ernst und seine heiteren Seiten aneignen und zu erhalten wissen. Durch eine solche Bildung wird aus der Jungfrau eine tüchtige Hausfrau, eine sorgsame und für ihre Sorgfalt von den schönsten Erfolgen belohnte Erzieherin, eine liebenswürdige Gesellschafterin, eine beglückende Lebensgefährtin des Mannes, kurz das werden, was die Frau sein soll und bei ernstem Streben auch so leicht werden kann.

Da die Statistik nachgewiesen hat, daß die Ehelosigkeit einer erheblichen Anzahl von Mädchen unvermeidlich ist, so hat die Erziehung der Jungfrau auch in den gebildeten Ständen die Aufgabe, neben der Ausbildung für den Beruf der Hausfrau und Mutter, auch den Fall der Nichtverheirathung in's Auge zu fassen. Man bildet denn auch vielfach und mit gutem Erfolg die Töchter zu Lehrerinnen (besonders Elementar-, Turn- und Handarbeitslehrerinnen) und Kindergärtnerinnen, zu Kunstgewerben, zur kaufmännischen Buchführung, zum Handel, Post- und Telegraphendienst aus. Diese Bestrebungen mindern für die Töchter der gebildeten Stände nicht wenig die Gefahren der Vermögenslosigkeit und dienen gleichzeitig auch der Charakterbildung. Die Jungfrau muß die Arbeit als solche schätzen lernen und dazu erzogen werden, nöthigenfalls guten Muths nicht

als verbitterte, gehässige alte Jungfer) durch eigene Kraft im Leben zu bestehen, in nützlicher Thätigkeit Befriedigung suchend und findend.

Beim **männlichen Geschlechte** geht das Eintreten der Pubertät ohne besondere auffällige Erscheinungen ganz allmählich vor sich und höchstens macht jetzt die Phantasie dem Gehirne zu schaffen, artet wohl auch in Schwärmerei und geschlechtliche Verirrung aus. Doch läßt sich dies dadurch verhüten, daß man bei nahrhafter reizloser Kost und gehöriger Schonung des Gehirns für gehörige Ausarbeitung der Musculatur durch zweckmäßige Bewegungen aller Art (Turnen, Schwimmen, Rudern, Schlittschuhlaufen, Ausflüge in Berg und Wald) sorgt sowie den ganzen Körper durch kalte Bäder und Waschungen möglichst kräftigt und abhärtet. Doch soll auf alle geistigen und körperlichen Anstrengungen in diesem Alter längere Ruhe (Schlaf) folgen, denn man bedenke, daß, so lange der Körper noch nicht vollkommen ausgebildet ist, übermäßige Anstrengung bedeutenden Schaden bringt. Man lasse Jünglinge nicht in zu warmen Federbetten, sondern auf Matratze und wollener Decke schlafen und gewöhne sie rechtzeitig an zeitiges Zubettgehen und frühes Aufstehen. Auch suche man die Entwickelung und Ausdehnung ihres Brustkastens möglichst zu befördern, indem man ihnen gehöriges Tief- und Vollathmen (mehrmals täglich mindestens 10 bis 15 tiefe Athemzüge hintereinander) zur anderen Natur macht. — Von Krankheiten kommen im Jünglingsalter am häufigsten, und zwar gewöhnlich in Folge starker Erkältung nach Erhitzung, entzündliche Affectionen der Gelenke (Rheumatismus), des Brustfells, der Lungen und des Herzens, sowie Typhus und Lungentuberculose vor.

**Gesündigt** wird in diesem Lebensalter häufig: durch vorreife Gedanken und Gefühle, sowie durch geschlechtliche Unarten; — durch Rauchen und Biertrinken; — durch enge und unzweckmäßige Kleidung; — durch zu vieles Sitzen und zu wenig Bewegung und Schlaf; — durch Vernachlässigung der Hautreinigung und mangelhafte Pflege des Athmungsorgans; — durch Erkältung nach starker Erhitzung.

## VI. Das mittlere Lebensalter.

Der Zeitraum der Reife, das Mittelalter, das Mannes- oder Frauenalter, reicht vom Aufhören des Wachsthums bis zum Erlöschen der Zeugungskraft, beim weiblichen Geschlechte vom 20. bis etwa 45.—50. Jahre, beim männlichen vom 24. bis gegen das 55. bis 60. Lebensjahr. Der vollständig ausgebildete Körper steht jetzt auf der Höhe seiner Ausbildung gleichsam still und zeichnet sich durch Dauerhaftigkeit und größere Resistenz aus. Er ist jetzt im Stande,

Anstrengungen und Entbehrungen vorübergehend ohne große Nachtheile zu ertragen; dagegen können andauernde Anstrengungen und Ausschweifungen ein frühzeitiges Greisenthum nach sich ziehen. Es läßt sich dieser Zeitraum in ein erstes und ein zweites Mittelalter trennen. Das erste Mannes- oder Frauenalter, welches vom 25. und 20. bis etwa zum 45. (beim Manne) und 35. Jahre (bei der Frau) reicht, zeichnet sich durch Schlankheit, Behendigkeit und Kräftigkeit, Geistesfrische und Willensfestigkeit aus. Im zweiten Mannes- oder Frauenalter verliert der Körper an Schlankheit und gewinnt durch größere Fettablagerung an Umfang und Rundung (Embonpoint), womit sich gewöhnlich die Liebe zur Ruhe und Bequemlichkeit verbindet. — Es ist die Aufgabe in diesem Lebensalter: alle Organe unseres Körpers auf der Höhe der Vollkommenheit zu erhalten und nicht vorzeitig altern zu lassen. Dies ist aber nur durch richtige Unterhaltung des Stoffwechsels zu ermöglichen und deshalb sind alle früher aufgestellten Lebens- und Gesundheitsregeln ordentlich zu befolgen. Ja man kann sich hier durch richtige Behandlung (hauptsächlich durch Mäßigkeit in allen Genüssen und zweckmäßige Bewegungen, besonders Turnen, sowie durch ernste, freudige und fruchtbare Geistesarbeit) insofern verjüngen, als man dadurch das zweite Mannesalter weiter hinausschiebt. Leider findet aber bei unserer jetzigen, allgemein gebräuchlichen Lebensweise das Gegentheil statt, und während das Mittelalter eigentlich der gesündeste Lebensabschnitt sein sollte, findet man hier in Folge falscher Behandlung des Körpers eine Menge der beschwerlichsten und gefährlichsten Krankheiten, wie: Lungenschwindsucht, Gicht, Hämorrhoiden, Magenleiden, Unterleibsstockungen, Geschlechtskrankheiten, Geistesstörungen, Hypochondrie, Hysterie und andere schwere Nervenkrankheiten. Daß darum auch das geistige Thätigsein vielfach nicht so ist, wie es sein könnte und sollte, ist ganz natürlich, und man braucht sich nicht zu wundern, wenn es den meisten an ruhiger Ueberlegung, an Herrschaft des Verstandes über Gefühl und Willen, an Festigkeit nnd Ausdauer im Handeln fehlt. Ganz besonders nachtheilig wirkt das ununterbrochene Arbeiten und Hetzen ohne jedwede Erholungs- und Ruhepause, wie es in unseren Großstädten bei der modernen fieberhaften Jagd nach dem Mammon nur zu häufig beobachtet wird und welches zumeist mit der gröblichsten Vernachlässigung der einfachsten Gesundheitsregeln einhergeht; es ist geradezu erstaunlich, wieviele sogenannte gebildete Menschen sich monatelang nicht einmal Zeit zu einem gewöhnlichen Reinigungsbade, zu einem Ausflug in das Freie gönnen: was Wunder, wenn dann über kurz oder lang jäher Bankerott über den jahrelang gemißhandelten Körper hereinbricht! Was das Geschlechtliche, sowie das Verhalten bei den verschiedenen Berufsarten betrifft, so wird darüber noch später ausführlich gehandelt werden.

**Gesündigt** wird im Mannesalter hauptsächlich: durch Vernachlässigung der Körperbewegung; — durch zu anhaltendes Arbeiten ohne die durchaus nöthigen Pausen; — durch Ausschweifungen und Leidenschaften aller Art; — durch unnöthiges Mediciniren ebenso, wie durch Nichtbeachtung von Krankheitserscheinungen; — durch zu große Sorglosigkeit gegen Erkältung der Haut und Füße; — durch zu reichlichen Genuß von Spirituosen, Fleischspeisen oder Fetten; — durch zu geringes Wassertrinken sowie durch Vernachlässigung der Hautpflege; — durch gewohnheitsmäßiges Einathmen unreiner und verdorbener Luft; — durch zu große Bequemlichkeitsliebe.

## VII. Das höhere Lebensalter.

Mit dem Erlöschen der Zeugungskraft ist der Zeitraum der Reife beendigt und es tritt die Periode der Abnahme oder des Welkens ein. Wegen des sehr allmählichen Ueberganges von der Kraft des Mannes zur Gebrechlichkeit des Greises läßt sich der Anfang dieser Periode nicht fest bestimmen, auch fällt derselbe bei verschiedenen Menschen, vorzüglich nach ihrem früheren Lebenswandel und ihrer Beschäftigung, auf verschiedene Jahre. Gewöhnlich nimmt man an, daß der Eintritt dieses Alters bei Männern zwischen das 50. und 60., bei Frauen zwischen das 40. und 50. Lebensjahr fällt; doch trennt man dasselbe in ein erstes oder früheres und in ein zweites oder höheres Greisenalter, welches letztere hinter dem 70. Lebensjahre liegt und sich durch allmähliches Abnehmen der geistigen Kraft charakterisirt. Da im höheren Lebensalter das Geschlechtliche ganz zurücktritt, so bedürfen jetzt Mann und Weib auch keiner besondern Behandlung, sondern haben dieselben Lebensregeln zu beobachten. Um sehr alt werden zu können, scheint es nöthig, Krankheiten in den früheren Lebensaltern soviel als nur möglich zu verhüten, denn fast alle Personen, die ein besonders hohes Alter (über 100 Jahre) erreichen, sind fast nie krank gewesen. Es ist daher die Hauptregel zur Erreichung eines hohen und gesunden Alters: „Beobachte eine vernünftige Mäßigkeit in allen Dingen und lebe so regelmäßig als möglich.“ Forschen wir nach den hauptsächlichsten Ursachen des vorzeitigen Alterns, so ergeben sich als solche vorzugsweise eine dem Lebensalter vorgreifende, also nicht entsprechende Lebensweise und zwar ebenso in körperlicher und geistiger, wie geschlechtlicher und gemüthlicher Hinsicht; ferner eine ausschweifende, überreizende Lebensweise (zumal Excesse in geschlechtlicher Hinsicht, Heirathen in zu frühem oder zu hohem Alter); allzudürftige, eingeschränkte, körperlich und geistig mühselige und niederdrückende Umstände, Kummer, Sorgen, ungewohnte Strapatzen, Kaltwasserfanatismus, erschütternde Ereignisse, häufige und schnell auf

einander folgende Wochenbetten und erschöpfende Krankheiten. Auch scheint das nahe Zusammenleben junger Personen mit Alten den ersteren frühzeitig etwas Greisenhaftes zu verleihen. Am meisten trägt aber der rasche Verbrauch der Lebenskräfte (namentlich der Zeugungskraft) zum frühzeitigen Altern bei, weshalb auch dauernd übertriebene körperliche und geistige Anstrengungen, häufiges Nachtarbeiten, Entbehrung der nöthigen Restauration des Körpers durch Ruhe, Schlaf und passende Nahrung, sowie der unmäßige Genuß von Spirituosen den Eintritt des Alters ganz außerordentlich beschleunigen.

Im höheren Lebensalter nehmen die körperlichen und geistigen Kräfte nach und nach ab, weil die verschiedenen Organe und Gewebe an Güte verlieren (d. i. die sogen. **Involution** oder Rückbildung der Organe). Die Involution geschieht aber nicht auf einmal und plötzlich, sondern allmählich und theilweise; bald ergreift sie dieses, bald jenes System zuerst und pflanzt sich successive auf die übrigen fort, doch giebt es keine bestimmte Regel für die Folge in dieser Rückbildung. Im Allgemeinen läßt sich sagen, daß die Organe, welche sich im Kinde zuerst entwickelten, im Alter auch zuletzt abtreten, also die vegetativen Organe, und umgekehrt (die Geschlechts-, Sinnes- und Geistesorgane). Die Erscheinungen des sinkenden Lebens sind meist solche, welche in den mittleren Lebensjahren als Krankheitserscheinungen angesehen und deshalb im Alter auch Involutionskrankheiten genannt werden (senectus ipsa morbus). Natürlich unterliegt das Greisenalter auch noch den Krankheiten der früheren Jahre, jedoch zeigen sich diese in Folge der Altersveränderungen in etwas anderer Gestalt. — Das Charakteristische des Alters ist: Sinken der Bildungsthätigkeit (die Neubildung tritt zurück, die Mauserung überwiegt), Trägheit des Stoffwechsels (deshalb weniger Hunger und Durst), Massenabnahme (Abmagerung), Austrocknung, Starrwerden weicher zusammenziehbarer Theile (der Muskelfasern und Gefäße), Entfärbung. Der Hauptgrund dieser Erscheinungen liegt zunächst in der schlechteren Beschaffenheit des Blutes und seiner Circulation; diese ist aber wieder abhängig vom verschlechterten Zustande der abgenutzten Vegetationsorgane.

Die **Altersveränderungen** sind folgende: am Aeußern des Körpers zeigt sich Magerwerden muskulöser Theile und Einsinken des Rumpfes; die Haut wird schlaff, trocken, runzlig, lederartig, zähe und schmutzig-gelblich, die trockene, spröde Oberhaut schilfert sich reichlicher ab; der Kopf zittert, wankt, und sinkt auf die Brust, die Haare ergrauen und fallen aus, am eingesunkenen Auge bildet sich rings am Rande der Hornhaut ein weißlicher Ring (der Greisenbogen oder Alterskreis) und die Augenlider schrumpfen etwas zusammen; Wangen und Schläfen fallen ein, an letzteren zeigt sich die Schläfenpulsader deutlicher und geschlängelter; die Kiefer verlieren die Zähne, werden niedriger und so verkürzt sich das Gesicht. Der Hals zeigt sich entweder lang und mager oder kurz und dick; der Brustkasten mißgestaltet (faßartig aufgetrieben und eingesunken) und schwer beweglich, der Leib schlaff, die Gliedmaßen mager. — Im Innern des Greisenkörpers findet man: die Nerven magerer und welker, das Gehirn kleiner, leichter, von zäher Consistenz und mit weit mehr Hirnwasser als früher umgeben (Altershydrocephalus), die Sinnesorgane in verschiedener Weise so verändert, daß sie ihre Function nur unvollständig ausführen können; der Athmungsapparat (besonders die Lungen) widernatürlich erweitert; das Herz und die Blutgefäße starrer oder zu weich; die Verdauungsorgane mit dickerer Schleimhaut und schlaffer Muskelhaut; die Drüsen abgezehrt und weniger absondernd.

Aus diesen Veränderungen lassen sich alle die Erscheinungen

erklären, welche im Alter nach und nach zum Vorschein kommen und nicht selten für Krankheitserscheinungen angesehen werden, obschon sie ganz natürlich sind. Am meisten incommodirt alte Leute das kurze beschwerliche Athmen (wegen der erweiterten Lungen, des starren Brustkastens und der kraftlosern Athmungsmuskeln), sowie die Schwäche der Sinne und der Muskelkraft; auch machen häufig Verdauungsstörungen und Kopfleiden (besonders Schwindel) viel zu schaffen. Mit dem Hirnschwunde und dem Altershydrocephalus hängen das Schwinden des Gedächtnisses und des Urtheilsvermögens, die Geschwätzigkeit und das starre Festhalten an vorgefaßten Meinungen zusammen. — Diese Altersveränderungen führen nun aber auch leicht zu mancherlei Krankheitszuständen, besonders: zu Lungenkatarrhen mit Husten, zu Magen- und Darmkatarrhen mit gestörtem Appetit und Durchfall, zu Schlagfluß (durch Zerreißung der starren Blutgefäße im Gehirne), zur Harnvergiftung des Blutes (in Folge von Störung der Harnabsonderung), zu Altersbrand der Fußzehen (wegen Verstopfung der verknöcherten Pulsader des Beines).

Bei der **Behandlung** des Greisenalters ist die Hauptregel: jede gewaltsame Aenderung der gewohnten Lebensweise zu vermeiden; besonders ist das Streben nach Abhärtung und Stärkung, sowie die Entziehung gewohnter Reize sehr gefährlich. Der Greis sei mit dem Grade von Lebenskraft und Gesundheit zufrieden, den er aus dem Mannesalter mitgebracht hat; er lerne sich in sein Alter finden und sei nicht auf Vermehrung, sondern auf Erhaltung und ökonomische Benutzung seiner Kräfte bedacht. Am besten regen noch Spirituosa, mäßig und mit der gehörigen Menge passender Nahrungsmittel genossen, den Lebensproceß an, weshalb auch ein ganz altes Sprüchwort den Wein als die Milch des Alters und die Milch als den Wein der Jugend (vinum lac senum, lac vinum infantum) bezeichnet. Uebrigens sind unnöthige Muskelanstrengungen, anstrengende geistige Arbeiten, heftige und unangenehme Gemüthsbewegungen, sinnliche Erregungen soviel als möglich fernzuhalten. Der Greis erheitere sein Gemüth soviel als möglich durch jugendliche Umgebung, durch harmlose Unterhaltung und leichte Zerstreuung. — Was die Nahrung betrifft, so soll dieselbe zwar nahrhaft, aber einfach, leicht verdaulich und etwas gewürzt sein. Sie bestehe aus Fleischbrühe, Eiern, Kraftgelées, Austern, feingearbeiteten Würsten, Fleischhachées, weichen Braten (besonders Wild und Geflügel), aus leichten, durchgeschlagenen und feingewiegten Gemüsen, feinen Mehlspeisen; aus Warmbier, Chocolade, Milch, Kaffee mit guter Sahne oder Eigelb. Alles Feste werde sehr klein geschnitten, und so gut als es der schlechten Zähne wegen noch möglich, gekaut; weißes Roggen- oder Weizenbrod ist schwarzem und kleienhaltigem vorzuziehen. Greise bekommen von einigermaßen reichlichen Mahlzeiten oder festen Speisen leicht Beschwerden; sie mögen

deshalb immer wenig auf einmal und lieber öfters essen, und Hartes, Zähes, Faseriges vermeiden. Ueberhaupt darf die Blutneubildung durch Nahrungsstoffe nicht zu bedeutend sein, weil das Blut im Greisenkörper der schlechteren Beschaffenheit aller Organe wegen nicht ordentlich im Körper herumgetrieben und verarbeitet werden kann. Es sterben eine Menge Greise weit früher als es nöthig wäre, blos weil sie zu viel essen. Kurz vor Schlafengehen des Abends viel oder überhaupt zu essen, ist entschieden nachtheilig. Dagegen ist ein Schläfchen nach dem Mittagessen von Vortheil. — Die Kleidung alter Leute sei wärmer als die jüngerer Personen, da ihr Körper weniger Wärme entwickelt und das Alter ebenso wie die Kindheit am besten bei Wärme gedeiht. Deshalb sind hier Flanellunterjäckchen, wollene Unterkleider, warme Deckbetten, ausgewärmte Betten, gut geheizte Wohn- und Schlafzimmer, eine trockene und sonnige Wohnung sehr zu empfehlen. In kalter Jahreszeit und bei kaltem Verhalten sterben weit mehr Greise als in der Wärme. — Warme Bäder, überhaupt Reinigung der Haut durch warme Waschungen und Abreibungen sind wegen der herabgesetzten Hautthätigkeit im Alter von äußerster Wichtigkeit. Greise sollten mindestens wöchentlich ein warmes Bad nehmen, hierbei erst die Haut mit Seife und dann mit einer fettigen Substanz (Mandelöl) abreiben. — Bei der ohnedies geringen Schlafneigung der Greise ist für möglichst ruhigen Schlaf (im geräumigen, gut gelüfteten und mäßig erwärmten Zimmer und mit hochliegendem Kopfe) Sorge zu tragen. — Vorzüglich sind nun aber alte Leute vor Allem zu warnen, was Schagfluß veranlassen könnte (siehe diesen). — Krankheiten, die meistens gefährlicher als in den früheren Lebensaltern sind, ziehen sich Alte vorzüglich durch Erkältungen der Haut, Einathmen kalter, unreiner Luft, Verstöße im Essen und Trinken, sowie durch starke körperliche und geistige Anstrengungen sowie gemüthliche Aufregungen zu. Arzneimittel müssen vom Greise ganz fern bleiben.

**Gesündigt** im Greisenalter wird häufig: durch Aenderung der gewohnten Lebensweise, um sich zu verjüngen; — durch Thaten, welchen das Alter nicht mehr gewachsen ist; — durch Excesse im Essen und Trinken; — durch Verstöße gegen die Wärme (in Luft und Kleidung); — durch Mediciniren, besonders gegen Altersbeschwerden; — durch zu reichliche oder zu karge Diät im Essen und Trinken (von Spirituosen).

## Gesundheitsregeln für die verschiedenen Berufsarten.

Die Beschäftigung, das Gewerbe, der Stand, sowie auch bestimmte Gewohnheiten können, in Folge des vorwiegenden Thätigseins dieses oder jenes Theils und Organs unseres Körpers dabei,

ebensowohl auf das Aeußere desselben, wie auf innere, lebenswichtige Processe einen nicht unbedeutenden abnormen Einfluß ausüben, der, wenn ihm nicht entgegengearbeitet wird, recht leicht die Gesundheit nach dieser oder jener Richtung hin untergraben kann. Zuvörderst kommt es darauf an, ob bei einer Beschäftigung die geistige oder eine der körperlichen Thätigkeiten vorzugsweise in Anspruch genommen wird; sodann ist ferner noch zu berücksichtigen: die Körperstellung und Bewegung dabei; der Ort (die Luft und Temperatur), wo das Geschäft betrieben wird; die Stoffe, mit denen Jemand umgeht; die Dauer der Arbeit, sowie das Alter, Geschlecht und Constitution der Arbeitenden. — Im Allgemeinen lassen sich für die Behandlung des Körpers bei den verschiedenen Berufsarten etwa folgende Regeln aufstellen: 1) der vorzugsweise thätige Körpertheil darf nicht zu sehr angestrengt werden, sondern ist stets durch gehörige Ruhe und Zufuhr passender Nahrungsstoffe, also durch richtige Ernährung, ordentlich zu restauriren (s. S. 523). 2) Der Eintritt schädlicher Stoffe, sowie die Einwirkung krankmachender Umstände sind soviel als nur immer möglich zu verhüten. — Ferner ist noch, insbesondere für die gefährlichen Gewerbe- und Fabrikbeschäftigungen, zu berücksichtigen, daß Kinder und junge Leute (unter 18 Jahren) für die durch die Berufsarbeit bedingten schädlichen Einwirkungen weit empfindlicher sind, als Erwachsene. Je später also mit den gesundheitsgefährlichen Beschäftigungen begonnen wird, um so günstiger sind die Aussichten auf das spätere Wohlbefinden der Arbeiter. Weiterhin müssen in der Hoffnung lebende Frauen und Neuentbundene gesundheitsgefährlichen Beschäftigungen ganz fern bleiben; Wöchnerinnen eine zu zeitige Wiederaufnahme der Arbeit vermeiden. Wie Hirt in einer kleinen Schrift (Die gewerbliche Thätigkeit der Frauen) sehr richtig hervorgehoben und eingehend begründet hat, bleibt hier der Gesetzgebung noch Manches zu leisten. Humane Fabrikanten haben aber bereits mit gutem Erfolg die Initiative ergriffen. Das Haus J. Dollfus in Mühlhausen, wo früher 36—38%, der von mehreren Hundert Fabrikarbeiterinnen gebornen Kinder im ersten Lebensjahr starben, zahlt den Arbeiterinnen sechs Wochen lang vor und nach ihrer Entbindung den Lohn aus, ohne daß sie während dieser Zeit zu arbeiten brauchen. Seitdem diese Einrichtung getroffen ist, sterben nur noch 25% der Neugebornen vor Vollendung des ersten Lebensjahres. — Jeder Arbeiter muß sich nach den Stoffen, die er zu verarbeiten hat, und nach der Gefährlichkeit derselben ordentlich erkundigen, um seine Gesundheit vor denselben gehörig schützen zu können. Die Arbeitgeber hingegen haben die Verpflichtung, nicht nur für die nöthige Belehrung in dieser Hinsicht Sorge zu tragen, sondern auch geeignete Einrichtungen zum Schutze der Gesundheit ihrer Arbeiter zu treffen. Aufgabe der Polytechniken, der industriellen,

mechanischen oder überhaupt technischen Schulen, der Sonntags- und Gewerbeschulen ist es, bei dem leider fast noch überall fehlenden Unterricht in der Gesundheitslehre, besondere Rücksicht auf die Hygiene der Arbeiter zu nehmen und Belehrung über die Schädlichkeit der verschiedenen Berufsarten zu bieten. Ebenso sollten Gewerbe- und Arbeitervereine den Arbeitgebern und Arbeitern die nöthige hygienische Belehrung vermitteln.

a) Bei **geistiger Arbeit**, — die um so anstrengender ist, je mehr geistige Thätigkeiten (wie Nachdenken, Einbildungskraft, Gedächtniß, Gemüth) dabei gleichzeitig in Anspruch genommen werden, — ist das Gehirn dasjenige Organ, welches arbeiten und deshalb mit großer Vorsicht behandelt werden muß. Es sind darum die bei der Hirndiätetik angegebenen Gesetze (s. S. 573) streng zu befolgen. Vorzüglich ist hierauf zu achten: daß das Gehirn nicht zu lange hinter einander und immer auf dieselbe Weise thätig ist, sondern Abwechselung und die gehörige Ruhe, besonders genug Schlaf (wenigstens 7 bis 8 Stunden) genießt; daß es nicht Arbeiten thut, für die es noch nicht herangebildet ist; daß es nicht gleichzeitig durch Leidenschaften, starke Sinneseindrücke oder wohl gar durch Reizmittel (zumal Spirituosa und kalte Begießungen) widernatürlich erregt wird. Außer auf das Geistesorgan ist nun aber auch noch auf die vegetativen Processe, besonders auf die Ernährung und Verdauung, den Blutlauf und das Athmen gehörig Rücksicht zu nehmen. Man sorge deshalb für reine, nicht zu warme Luft im Arbeitszimmer, für nahrhafte aber leicht verdauliche und mäßige Kost, für gehörigen Stuhlgang und ordentliche Hautthätigkeit (durch Bäder und Frottiren), für Bethätigung des Athmungs- und Bewegungsapparates (durch häufig wiederholtes kräftiges Tiefathmen, sowie durch Bewegen oder Turnen in freier Luft). Vorzüglich hat der geistig Arbeitende auch darauf zu sehen, daß er öfters die Stellung des Körpers zu verändern hat, denn vieles Sitzen bei gebückter Stellung oder langes Stehen am Schreibepult ist nachtheilig; für warme Füße muß stets (durch Teppiche, Strohdecken, Filzschuhe) Sorge getragen werden. Rohrstühle sind den gepolsterten Stühlen vorzuziehen. Wenigstens einmal im Jahre sollten einige Wochen zu Fußreisen, Ausflügen und Bergbesteigungen verwendet werden. Das dabei stattfindende Fernsehen dient dem Sehorgan wesentlich zur Erholung (s. S. 587).

b) Berufsarten, bei welchen das eine oder das andere von den **Sinnesorganen** vorzugsweise in Gebrauch gezogen wird, verlangen vor Allem auch eine gute Pflege des thätigen Sinnes, also hauptsächlich das gehörige Maß von Ruhe, damit nicht etwa durch Ueberanstrengung Schwäche und Lähmung des betreffenden Sinnesorgans eintritt. — Bei Anstrengung der Augen, z. B. beim anhaltenden

Sehen auf kleine Gegenstände (bei Gelehrten, Uhrmachern, Mikroskopikern, Graveuren, Setzern, Stickerinnen, Näherinnen, Schreibern ꝛc.) oder auf grelles Licht und Farben, müssen die Gesetze, welche S. 584 angegeben wurden, mit der allergrößten Strenge befolgt werden; es muß hauptsächlich für ein gleichmäßiges, mildes und genügend helles Licht Sorge getragen und dem angestrengten Auge wenigstens alle Stunden eine kurze Ruhepause gegönnt werden. Arbeitern, welche oft in grelles Licht (Feuer) sehen müssen, thut eine Schutzbrille mit großen runden rauchgrauen Gläsern (s. S. 584) gut; ebenso auch Arbeitern, die aus sehr dunklen Räumen plötzlich in helles Tageslicht kommen (Bergleute). — Der Gehörsinn verlangt, zumal wenn er in Bezug auf Schärfe und Feinheit (wie bei Musikern und Clavierstimmern) sehr angestrengt wird, ebenso wie der Gesichtssinn, die richtige Pflege (s. S. 589), also besonders passende Ruhe. Gegen schädliche Einwirkung heftiger Schalleindrücke (Müller, Schmiede, Maschinenarbeiter, Klempner, Locomotivführer, Schlosser u. s. w.) schützt die Verstopfung des äußern Gehörgangs mit Baumwolle. Bei heftigem Knalle (Kanonenschuß) öffne man den Mund weit, weil dann der Schall das Trommelfell an seiner äußeren und inneren Fläche, also vom äußern Gehörgange, sowie von der Ohrtrompete und Paukenhöhle aus gleichmäßig berührt und so ein zu starkes Hineinwölben und Zersprengen des Trommelfells verhütet wird. — Wer seinen Geruch- und Geschmacksinn gebraucht, muß auch die Apparate dieser Sinne ordentlich pflegen (s. S. 592).

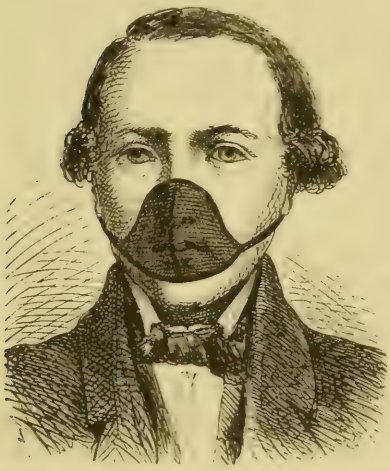
c) Ein Beruf, bei welchem der **Kehlkopf** (durch Singen, Sprechen, Rufen) vorzugsweise angestrengt wird, verlangt auch die gehörige Pflege dieses Organs (s. S. 593). Es kann hierbei gar nicht genug vor dem schnellen Wechsel zwischen warmer und kalter Luft beim Athmen, sowie vor innerer und äußerer Erkältung des Kehlkopfs nach erhitzenden Anstrengungen gewarnt werden, weshalb alle, die ihren Kehlkopf anstrengen müssen, mehr durch die Nase als durch den Mund Athem holen und sich bei schroffem Temperaturwechsel durch ein vor Mund und Nase vorgehaltenes Tuch schützen sollen. Auch vor übermäßigem Rauchen, nächtlichem Schwärmen sowie zu reichlichem Genuß spirituöser Getränke und scharf gewürzter Speisen müssen sich Sänger hüten, da derartige diätetische Verstöße nur zu häufig den totalen Ruin der Stimme zur Folge haben.

d) Die **Lungen** sind, abgesehen von widernatürlicher Ausdehnung derselben (Lungenerweiterung oder Lungenemphysem) in Folge von tiefem Einathmen einer größeren Luftmenge und längerem Zurückhalten derselben, wie bei Bläsern, Rednern, Sängern vorzugsweise bei solchen Berufsarten zu schützen, bei denen schadenbringende Einathmungen stattfinden. Diese können aber bestehen: im Einziehen einer sehr heißen oder sehr kalten Luft, in Staub, Rauch, giftigen festen Stoffen

oder schädlichen Gasarten (s. S. 539). Hier sind natürlich die Athmungswege durch Vorbinden eines Respirators (s. S. 542) oder von Schwämmen und Tüchern vor Mund und Nase vor dem Eindringen dieser Schädlichkeiten zu sichern. Daß außerdem noch die Luft im Arbeitslocale, durch gehörige Ventilation, Lüftung und Sprengung, so rein als nur möglich gehalten werden muß, versteht sich wohl von selbst.

e) Der **Staub** (ohne giftige Partikelchen) ist für die Athmungsorgane um so nachtheiliger, je feiner und härter derselbe ist (wie beim Schleifen, zumal Diamantschleifen, bei der Bild- und Steinhauerei ꝛc.) und je jünger die Arbeiter sind. Er erzeugt sehr leicht eine mit Husten und Beklemmung verbundene Reizung und Entzündung der Luftwege-Schleimhaut, die zu bleibendem chronischen Katarrh, widernatürlicher Erweiterung der Lungenbläschen und Luftröhrenäste, sowie zu tieferen Lungenerkrankungen führen kann. Doch giebt es auch Menschen, die sich vollständig in ihrer Staubatmosphäre acclimatisiren und bis an ihr naturgemäßes Lebensende in der stauberfüllten Luft (manchmal mit einem chronischen Husten oder mäßig erweiterten Lungen) fortarbeiten. — Der eingeathmete Staub wird zum Theil von dem Schleime der Luftwege aufgehalten und durch die Flimmerbewegungen derselben (s. S. 248) oder durch Räuspern und Husten wieder ausgeworfen; zum andern Theil gelangt er in das Lungengewebe, wie dies für den Kohlenstaub, Metall- (Eisen-)staub, Kieselstaub und Tabaksstaub bereits sicher nachgewiesen (Kohlen-, Eisen-, Kiesel- und Tabakslunge) und für alle anderen Staubarten sehr wahrscheinlich ist.

Fig. 93.



In metallischem Staub arbeiten: Formstecher, Maler, Uhrmacher, Klempner, (Spengler), Feilenhauer, Kupferschmiede, Schleifer, Graveure, Buchdrucker, Lithographen, Messer-, Nagel- und Zeugschmiede, Gürtler, Zinkweißarbeiter, Siebmacher, Schmiede, Gelbgießer, Färber, Schlosser, Lackirer, Nadler, Vergolder, Nähnadelschleifer, Schriftgießer; in mineralischem Staub arbeiten: Feuersteinarbeiter, Mühlensteinarbeiter, Steinhauer, Anstreicher, Kohlengrubenarbeiter, Schornsteinfeger, Köhler, Kohlenhändler, Heizer, Porcellanarbeiter, Töpfer, Zimmerleute, Maurer, Diamantarbeiter, Cementarbeiter; vegetabilischem (pflanzlichem) Staub sind ausgesetzt: Müller, Bäcker, Conditoren, Spinner, Tabak-, Cigarren- und Teppichfabrikanten, Wollkämmer, Baumwollenspinner, Wattenmacher, Tapezierer, Seiler, Tischler (Schreiner), Stellmacher;

in thierischem Staub arbeiten: Bürstenmacher, Friseure, Tapezierer, Kürschner, Drechsler, Sattler, Knopfmacher, Hutmacher, Tuchscheerer, Tuchmacher; in Staubgemischen arbeiten: Glasschleifer, Glaser, Straßenkehrer, Fuhrleute, Tagearbeiter u. s. w. Nothwendige Vorsichtsmaßregeln gegen die Gefahren des Staubeinathmens sind außer dem Verschließen von Mund und Nase: gehörige Ventilation, häufige und starke Besprengungen der Arbeitsräume, öfteres Ausspülen des Mundes, Vermeiden vielen Sprechens, Singens und tiefen Einathmens bei der Arbeit, sowie des Essens im Arbeitslocal. — Um den Staub von dem Eindringen in den Athmungsapparat abzuhalten, braucht der Arbeiter sich während seiner Arbeit nur einer Mund und Nase bedeckenden Maske zu bedienen. Eine solche kann er sich aber mit geglühtem biegsamen Drahte und einem kleinen Stückchen dünnen Zeuges (am besten eine doppelte Lage von Camelot, in welche reine Glycerinbaumwolle eingelegt ist), also mit sehr wenig Mühe und Kosten selbst verfertigen (s. Fig. 93). Auch sind derartige sehr zweckmäßige und billige Watterespiratoren im Handel zu beziehen (s. S. 542). Der schädlichen Wirkung des Staubes auf die Augen, in der Regel in Entzündung der Lidränder bestehend, kann durch öftere Waschungen der Augen mit lauem Wasser und durch Tragen von einfachen Schutzbrillen entgegengewirkt werden; Metallarbeiter sollen ihre Augen gegen Verletzungen durch Metallsplitter mittels Glimmerschutzbrillen schützen (s. S. 587). — Da auch die Haut vom Staube zu leiden hat (denn er drängt sich in die verschiedenen Oeffnungen derselben und erzeugt dadurch mancherlei Hautkrankheiten), so müssen öfters warme Bäder mit tüchtigen Abseifungen und Abreibungen der Haut gebraucht werden. — Die Kleidung ist beim Verlassen der Arbeitsräume zu wechseln oder wenigstens gehörig vom Staube zu reinigen.

f) Das **Blei** mit seinen Präparaten (zumal das Bleiweiß) ist der am häufigsten schadende Stoff und wird nicht blos durch die Athmungsapparate, sondern auch oft durch die Verdauungsorgane in den Körper aufgenommen. Ja schon durch eine schlechte Glasur irdener oder eiserner Geräthe (s. S. 514) kommt nicht selten Bleivergiftung zu Stande.

Unter den Gewerben sind es besonders folgende, die sich vor den Nachtheilen des Bleies zu wahren haben: 1) Arbeiter, welche Bleipräparate (Bleiweiß, Mennige, Bleiglätte, Bleizucker, Chromblei) herstellen; 2) mit Bleifarben Beschäftigte (Farbenreiber, Anstreicher, Maler, Spielkartenfabrikanten, Strohhutarbeiter, Tapeten- und Buntpapiermacher, Färber und Zeugdrucker); 3) mit bleihaltigen Firnissen und Kitten Umgehende (Lackirer, Tischler, Kittbereiter, Holzvergolder, Glaser, Wasserbauer); 4) mit Bleiglasirung Beschäftigte (Töpfer, Steingutfabrikanten, Emailleure); 5) mit schmelzendem Blei Beschäftigte (Schriftgießer, Schrotgießer, Klempner, Zinngießer, Verzinner, Kupfer- und Bronzeschmelzer, Hüttenleute, Metallarbeiter verschiedener Art); 6) mit festem metallischen Blei Umgehende (Schriftsetzer, Schriftschneider, Stein- und Krystallschneider, Bleibergleute). Es wirkt hier in der Mehrzahl der Fälle der metallische Staub oder der Staub von Bleiverbindungen (Bleiweiß, Mennige), welcher eingeathmet wird; der Bleidampf, ein Oxydationsproduct des Metalles, gelangt ebenfalls durch die Athmung in's Blut. Außerdem begünstigt die wässerige Absonderung der Haut Oxydation und Auflösung des Bleies; diese Bleiverbindungen werden aber (wie die bleihaltigen Haarfärbemittel) leicht durch die Haut aufgenommen (resorbirt). Auch bei Personen, die sich mit der Herstellung bleiweißhaltigen Papieres, mit dem Einpacken von Bleisoldaten, von Schnupftabak (in bleihaltige Hüllen) beschäftigen, sowie bei Näherinnen, die an durch Blei schwerer gemachter Seide kauen, Parfümerie-Verfertigern, Steinbohrern, Dampfmaschinenarbeitern, Gold- und Silberarbeitern, Spiegel-

fabrikanten, Chemikern, mit Blei behandelten Kranken, bei Personen, welche aus Bleiröhren fließendes Wasser (s. S. 434) oder mit Bleizucker verfälschte Weine oder bleihaltige Theesorten, oder aus schlecht glasirten, schlecht verzinnten, oder aus bleihaltigem Zinne gefertigten Geschirren trinken, speisen, bleihaltigen Tabak (s. S. 505) schnupfen, bleihaltigen Käse (s. S. 449) essen ꝛc., kann allmählich und ohne ihr Wissen Bleivergiftung eintreten. Die Vorsichtsmaßregeln gegen diese Vergiftung bestehen: in fortwährender Reinigung der Luft der Werkstätten von Bleidämpfen und Bleistaub mittels Ventilatoren und Zugöfen, sowie durch fleißiges Oeffnen der Fenster und Thüren; im Tragen von Watterespiratoren (s. S. 542); in häufigem Anfeuchten des Fußbodens; in öfterem Ausspülen des Mundes, Putzen der Zähne, Waschen der Hände, zumal vor jeder Mahlzeit; Speisen und Getränke dürfen niemals in der Werkstatt genossen werden; Pinsel, Typen u. dergl. dürfen nicht mit den Zähnen oder Lippen gehalten werden. Außerdem ist die größte Reinlichkeit (fleißiges Waschen, regelmäßiges Baden, Wechsel der Kleidung beim Verlassen der Arbeitsräume) und leichtverdauliche, nahrhafte und gehörig fette Kost zu empfehlen, besonders der reichliche Genuß von Milch. Das Tragen von Bärten ist abzurathen, damit sich der Staub nicht in den Haaren nahe den Athmungsöffnungen (Mund und Nase) ablagert. Der Genuß von Branntwein, das Rauchen und Schnupfen begünstigt die Entwickelung der Bleikrankheit und ist deshalb möglichst einzuschränken.

g) Das **Quecksilber** (als Dämpfe und Staub) ist ebenfalls einer der nachtheiligsten Stoffe und gelangt durch die Athmungs- und Verdauungsorgane, sowie durch die Haut, wenn es z. B. mit der Hand gerieben wird, in den Körper.

Am meisten erleiden Arbeiter in Quecksilberwerken und Hütten, Vergolder, Versilberer, Thermometer-, Barometer- und Spiegelfabrikanten Schaden durch das Quecksilber; auch Hutmacher, die sich bei der Filzbereitung des salpetersauren Quecksilberoxyds bedienen, Bronzeure, Pelzarbeiter und Zündhütchenverfertiger müssen sich vor diesem Gifte hüten. Für schwangere Frauen ist die Arbeit in Spiegelbelegeräumen besonders gefährlich, da sie leicht Fehlgeburten hervorruft. Die Vorsichtsmaßregeln sind dieselben wie beim Blei, nur muß die Haut, besonders die Hände, noch mehr geschützt werden (durch Handschuhe von Wachstaffet, Thierblase, Kautschuk). Die Quecksilberbergwerke verlangen eine besonders ausgiebige Ventilation. Hüttenarbeitern wird das Vorbinden von Schwämmen angerathen, die an ihrer äußern Seite mit einem Ueberzug von fein vertheiltem metallischem Zinn (Zinnschlamm) versehen sind, weil die Quecksilberdämpfe mit dem Zinn eine Verbindung eingehen (Zinnamalgam). Tabaksrauchen und Tabakssschnupfen ist zu unterlassen; das erstere bewirkt verstärktes Einathmen der unreinen Luft, das letztere kann wegen der mit Quecksilber verunreinigten Hände Gefahr bringen. In Spiegelmanufacturen empfiehlt es sich, nach Beendigung der Arbeit die Fußböden mit Ammoniaklösung zu besprengen. Mund und Nase sind mit einem lockeren schwefelhaltigen Tuche zu bedecken. Der äußere Gehörgang ist mit Watte zu verstopfen. Das Tragen von Bärten ist aus den oben bei „Blei" erörterten Gründen unzweckmäßig; das Haupthaar ist, weil die Haare zur Aufnahme des Quecksilberdampfes sehr geeignet sind, bei Männern und Frauen am zweckmäßigsten mit einer leichten Papiermütze zu bedecken. Die Arbeitskleider (lange leinene Ueberwürfe) sollen häufig durch ein Bad von Schwefelleber und nachher durch ein schwach angesäuertes Bad gezogen werden. Um auch die kleinsten Ueberreste von dem angesammelten Quecksilberstaub zu entfernen, müssen die Spiegelarbeiter häufig Schwefelbäder nehmen.

h) Durch **Arsenik** (mit welchem Namen im gewöhnlichen Leben arsenige

Säure und ihre Alkali- und Kupfersalze genannt werden), eines der gefährlichsten Gifte, können Berg- und Hüttenarbeiter, Fabrikanten von Smalte, Neusilberarbeiter, Maler, Färber, Tapetenfabrikanten, Tapezierer (die mit Schweinfurter und Scheel'schem Grün zu thun haben), Verfertiger von arsenikhaltigen Anilinfarben, Kleiderstoffen (s. S. 568) und künstlichen Blumen und Blättern, Schneiderinnen und Putzmacherinnen, die arsenikhaltige Stoffe und künstliche Blumen und Blätter verarbeiten, Polirer von Stahl- und Messingwaaren (die sich des weißen Arsenik bedienen), Feuerwerker (die den sogen. Realgar verarbeiten) und die Vertilger von Ratten und Mäusen bedeutenden Schaden an der Gesundheit erleiden. — Die Vorsichtsmaßregeln sind für Arsenikarbeiter dieselben wie beim Bleiarbeiter, nur müssen sich erstere öfters noch den Mund mit einer Auflösung von Eisenoxydhydrat (ein Gegengift gegen Arsenik) ausspülen und auch die Haut der Hände damit benetzen.

i) Die mit **metallischem Kupfer** arbeitenden Professionisten, wie Kupferschmiede und Gelbgießer, sind, wenn sie nur auf gehöriges Reinhalten der Luft von Kupferstaub (Kupferoxydstaub) in ihren Werkstätten achten, durch das Kupfer nicht gefährdet, da dieses an sich unschädlich ist. Dagegen kann das essigsaure Kupfer, der Grünspan, welcher bei der Darstellung der Tapeten- und Malerfarben Verwendung findet, zumal wenn er in den Verdauungsapparat gebracht wird, der Gesundheit sehr schaden. Deshalb muß man sich vor dem Einschlucken des Grünspanstaubes auf ähnliche Weise hüten wie vorher angegeben wurde (s. S. 673).

k) Arbeiter, welche mit **Farben** oder **gefärbten Stoffen** (Kleidungsstoffen, besonders Tarlatanen, Tapeten, Wolle, Gaze, künstlichen Blumen, besonders grünen Blättern, Eßwaaren und Zuckersachen, Kinderspielzeug, buntem oder weißem bleiweißhaltigen Papier ꝛc.) zu thun haben, also besonders Maler, Anstreicher, Färber, Lackirer, Buchbinder, Anfertiger von Papierwäsche, Damenkleidermacherinnen, Blumenfabrikanten, Strickerinnen und Stickerinnen, Putzmacherinnen u. dergl., müssen sich durchaus mit der Schädlichkeit gewisser Farben bekannt machen, um sich vor Vergiftung sichern zu können.

1) **Weiße Farben:** a. Schädliche: Malerweiß, Bleiweiß, Kremserweiß, Schieferweiß d. i. die besten Sorten von basisch kohlensaurem Bleioxyd); Venetianisch-, Hamburger-, Holländischweiß (d. i. schlechtere Sorten von Bleiweiß mit Schwerspath); Zinkweiß (Zinkoxyd), als Oelfarbe nicht schädlich und dem Bleiweiß vorzuziehen, weil es nicht gelbt. Die bleihaltigen Farben werden durch Schwefelwasserstoffwasser geschwärzt und durch verdünnte Salpetersäure unter Aufbrausen gelöst. — b. Unschädliche (durch Schwefelwasserstoffwasser nicht zu schwärzen): Kreide, Kölnische und Bolognesererde, Weiß von Rouen, Schwerspath (schwefelsaurer Baryt), Weiß aus gleichen Theilen Kalkhydrat und gepulvertem weißen Marmor.

2) **Gelbe Farben:** a. Schädliche (meist sehr giftige): Zinkgelb (chromsaures Zinkoxyd); gelber Ultramarin (chromsaurer Baryt); mineralischer Turpeth basisch-schwefelsaures Quecksilberoxyd); Anilingelb (Pikrinsäure); Casselergelb (Bleioxyd mit Chlorblei); Chromgelb chromsaures Bleioxyd); Parisergelb (basisches Chlorblei); Antimongelb antimonsaures Bleioxyd; Königsgelb, Neugelb, Massicot (gelbes Bleioxyd); Operment, Rauschgelb (gelbes Schwefelarsen); Gummi gutti (Pflanzenpigment). Die bleihaltigen gelben Farben werden durch Schwefelwasserstoffwasser gebräunt oder geschwärzt und auf Kohlen geglüht leicht zu Metall reducirt. Das Operment läßt sich, auf glühende Kohlen geworfen oder mit Kohlenpulver in einer Glasröhre geglüht, durch den stechenden Schwefelgeruch (schweflige Säure) und den knoblauchartigen Geruch des Arseniks erkennen. Quecksilberhaltige gelbe Farben erzeugen, wenn man sie mit Hülfe der Wärme durch Salpetersäure und Salzsäure in Lösung bringt und in die klare Flüssigkeit einen blanken Kupferstreifen stellt, auf diesem einen silberartigen Ueberzug von Quecksilber. — b. Unschädliche: gelber italienischer Lack, Chinesergelb, Preußischroth, Ocker, Sienaerde, gelbe Erde d. i. Ockerarten aus Thonerde, Kieselerde und Eisenoxyd); gelbe Pflanzenpigmente Beerengelb, Gelbholzgelb, Curcumagelb, u. a.), mit Ausnahme des Gummi gutti; Schüttgelb (ein mit Kreide und Thonerde verbundener gelber Pflanzenlack).

3) **Grüne Farben:** a. Schädliche: schwedisch, Scheel'sches Mitis-, Jasmuger-, Neu-, Original-, Wiener-Grün (arsenikfaures Kupferoxyd); Schweinfurter-, Kupfer-, Neueda-, Kaiser-, Papagei-, Pariser Grün (Doppelverbindung von arsenikfaurem und essigfaurem Kupferoxyd; englisches Mineralgrün (Verbindung von kohlensaurem Kupferoxyd und Bleioxyd mit essigfaurem Kupferoxyd), natürliches Berggrün durch Kalksilicate verunreinigtes Kupferoxyd); künstliches Berggrün, einige Sorten von Mineral- und Neuwiedergrün größtentheils aus Schweinfurtergrün; Webersgrün (Kupferoxydhydrat); Kalk-, Erdgrün (Kalkerde mit wenig Kupferoxyd; Bremer-, Braunschweiger-, Smaragd-, Unwandelbares Grün durch Kreide, Schwerspath und Kieselerde verunreinigtes Kupferoxyd); Zinkgrün (chromsaures Zinkoxyd mit Berlinerblau); grüner Zinnober,

Chromgrün (Chromoxyd); Mittlers oder Patentgrün (Chromoxydhydrat); Berlinergrün (Ferrocyankobalt); Grünspan (essigsaures Kupferoxyd). Die kupferhaltigen grünen Farben entdeckt man dadurch, daß man in die im Wasser aufgelösten und mit Salpetersäure angesäuerten Farben eine völlig blank gescheuerte Eisenklinge hineinstellt, an welcher sich das Kupfer metallisch niederschlägt. Um arsenikhaltige Kupferfarben zu ergründen, schüttet man auf ein erbsengroßes Stück der zu untersuchenden Farbe (oder auf kleine Stückchen des grünen Gegenstandes) einige Theelöffel voll Salmiakgeist und nach etwa 5 Minuten tropfenweise soviel Salzsäure, bis die blaue Farbe der Flüssigkeit völlig verschwunden ist. Zu diese Flüssigkeit wird eine blank gescheuerte Kupfermünze gebracht, auf welche sich nach etwa 10 Minuten der Arsenik als bräunlich-schwarzer Ueberzug mit stahlartigem Schimmer niederschlägt. — b. Unschädliche: Lo Kao (ein chinesischer sehr talkhaltiger Farbstoff); Anilingrün; Saftgrün (aus den Beeren des Kreuzdorns); Mischfarben von gelben und blauen Pflanzenfarben oder auch von Ultramarin mit Curcuma, Berlinerblau mit Schüttgelb ꝛc.

4) **Blaue Farben**: a. Schädliche: Smalte, Saflor, Eschel, Königsblau (eingeschlämmtes, kobaltoxydhaltiges Glaspulver, häufig arsenikhaltig); Kupferblau (kohlensaures Kupferoxyd); Bergblau, Bremerblau (Kupferoxydhydrat); Neuwieder-, Kalk-, Fingerhut-, Hamburgerblau (schlechte Sorten von Bergblau mit kohlensaurem und schwefelsaurem Kalke); Zink-, Mineral-, Wunderblau (Berlinerblau mit Zinkoxyd); Kobaltblau (salpetersaures Kobaltoxyd mit Thonerde); Thenardsblau (Kobaltoxydul mit Thonerde, meistens arsenikhaltig); Anilinblau, Anilin, Mineralpurpur (Anilin- und Chinolinfarben). Von diesen schädlichen Farben, deren Arsenik- und Kupfergehalt auf ähnliche Weise wie bei den grünen Farben zu entdecken ist, wird nur wenig Gebrauch gemacht. — b. Die unschädlichen blauen Farben (weit schöner als die schädlichen): Indigo (Pflanzenfarbstoff); Lackmus (durch Gährung entstandener und durch Kalk geblänter rother Farbstoff der Orseilleflechte); Wasch-, Neu- und Holländischblau (Kreide oder Stärke mit Berlinerblau oder Indigo gefärbt); Berliner-, Stahl-, Pariserblau (Doppelverbindung von Eisencyanür mit Eisencyanid, durch Thonerde verunreinigt); blauer Lack (thonhaltiger Indigo); Ultramarin (aus Kieselerde, Thonerde, Kalk, Natron und Schwefelnatrium).

5) **Rothe Farben**: a. Schädliche: Anilinroth, Fuchsin, Anilinrosa (Anilinfarben mit arsensauren Verbindungen); rothes Schwefelarsen, Realgar (Schwefelarsenik); Cochenilleroth, Berlinerroth, Amaranth (arsenikhaltige rothe Farbenlacke); Zinnober, Vermillon (Schwefelqueckſilber); Bleiroth, Mennige (Bleioxyd mit Bleihyperoxyd); Chromroth (halbchromsaures Bleioxyd. — b. Unschädliche: Krapp-, Türkischroth (aus der Krappwurzel); Purpurid (aus Harnsäure bereitet); Holz-, Fernambuckroth (aus Farbhölzern); Carminroth (von der Cochenille); Tellerroth, Safflor (aus den Blüthen der Färberdistel); Kugel-, Florentinerlack (aus Kreide und Traganth mit Cochenille oder Holzroth); Eisenmennig, Preußischroth, Todtenkopf, Marellensalz, Mahagonilack, Acajou (rothes Eisenoxyd); Schönroth (Eisenoxydhydrat mit Stärke); Röthel, Blutstein, Dachroth, Nürnbergerroth (rother Thoneisenstein); armenischer Bolus (eisenoxydhaltige Thonerde).

6) **Violette Farben**: a. Schädliche: Indisin, Violettlignenr (Anilinfarbstoffe); violetter Lack (chromsaures Zinnoxydul); — b. Unschädliche: Krappviolett (Farbstoff der Krappwurzel); Orseille, Persio, Cudbear, Pourpre français, rother Indigo (Flechtenfarbstoffe); Wiener Lack und ähnliche (Pigmente von Cochenille und Farbhölzern mit Kreide); Violett durch Mischung (aus Berlinerblau und Krapproth oder Cochenille).

7) **Braune Farben**: a. Schädliche: Manganbraun (mit Arsenik, Kupferoxyd, Kobalt und Baryt); Kupferbraun (Kupferoxyd mit Thonerde und Eisenoxyd); Chemisches Braun (Kupferoxyd mit schwefelsaurer Magnesia). — b. Unschädliche: Berliner-, Kesselbraun (Eisenoxyd); Brun de Mars bistre (Eisenoxyd mit Manganoxyd); Cassler Erde (ockerartige Erde mit Humus und Erdharz); Umbra, Kölnische Erde, Cappabraun, Cuchron (Erde mit Erdharz, Kohle, Eisenoxyd und Manganoxydul); Asphalt-, Mummienbraun (erdharzhaltige Erde); Bister (gereinigter Ruß); Lackbraun (Braunkohle), Catechu (aus der Frucht der Catechupalme).

8) **Schwarze Farben**: a. Schädliche: schwarzer Zinnober, Quecksilbermoor (schwarzes Schwefelqueckſilber); Kupferschwarz (Schwefelkupfer), Bleischwarz (Schwefelblei. — b. Unschädliche: Ruß-, Lampenschwarz, Kienruß (aufgefangenes Kohlenpulver mit empyreumatischen Stoffen); Kohlen-, Reben-, Frankfurterschwarz (feines Kohlenpulver verschiedener Holzarten; Horn-Beinschwarz, Elfenbein (Knochenkohlenpulver); Graphit, Reißblei (mineralische Kohle); Druckerschwarz (sehr feines Holzkohlenpulver); Tusche (äußerst feine Kohle); Wasserblei, Pottloh (Schwefelmolybdän); Eisenschwarz (gerbsaures Eisenoxyd; Dinte); Anilinschwarz (Anilinfarbe).

1) **Phosphordämpfe**, denen ganz besonders die Arbeiter in Zündhölzchenfabriken bei schlechter Lüftung ausgesetzt sind, haben hauptsächlich einen sehr schlimmen Einfluß auf die Kieferknochen (namentlich den Unterkiefer, welcher manchmal ganz und gar verloren geht), zumal bei schlechten Zähnen, und erzeugen allmählich auch eine chronische Vergiftung. Die hohlen Zähne sind deshalb zu entfernen oder zu plombiren; auch etwaige Zahnwurzeln müssen entfernt werden. Am sichersten ist es nun, wenn in solchen Fällen anstatt des gewöhnlichen Phosphors der sogen. amorphe, rothe oder schwarze Phosphor verarbeitet wird, welcher aus dem gewöhnlichen Phosphor entsteht, wenn man diesen in einem mit Wasserstoffgas angefüllten Gefäße auf 240° C. (s. S. 37) erhitzt. Dieser amorphe Phosphor entzündet sich nie von selbst und erzeugt keine so schädlichen Dämpfe. Uebrigens ist in Fabriken, wo Phosphor verarbeitet wird, auf gute Ventilation zu sehen, der Phosphor in

entfernteren Räumen aufzubewahren, fleißiges Lüften und Einathmen von Terpentindämpfen, häufiges Waschen und Ausspülen des Mundes mit Kalkwasser vorzunehmen. Die Arbeiter haben die größte Reinlichkeit (s. S. 674) zu beobachten, dürfen nicht im Arbeitslocal essen, müssen mit den Arbeiten öfters wechseln und bei den ersten Spuren von Unwohlsein die Arbeit auf längere Zeit oder ganz aufgeben. Bei Krankheiten der Mundhöhle darf nicht in Phosphordämpfen gearbeitet werden. Sehr empfehlenswerth ist der reichliche Genuß von Milch.

m) Die Dämpfe von Schwefel, mineralischen Säuren (Schwefelsäure 2c.) Chlor, Jod und Brom wirken alle mehr oder weniger nachtheilig auf die Gesundheit und muß man sich deshalb vor dem Einathmen derselben durch Zubinden von Mund und Nase, sowie durch gute Ventilation in den Lokalen zu schützen suchen. Bezüglich der Reinlichkeit und Nahrung ist wie auf S. 674 angegeben wurde zu verfahren.

n) Der Kohlendunst (Kohlengas, Kohlenoxydgas; s. S. 540), welcher sich beim unvollkommenen und langsamen Verbrennen von Kohlen bildet und sehr gefährlich werden kann, ist für alle Arbeiter, die bei Kohlenfeuer ihr Geschäft betreiben, zu fürchten und an seiner Entwickelung zu hindern (Plätterinnen s. S. 540). Zu diesem Zwecke müssen Oefen, in denen eine große Kohlengluth erzeugt wird, einen starken und anhaltenden Luftzug haben; glühende Kohlen dürfen in geschlossenen Räumen nicht angefacht und aufgestellt werden. Besonders kann aber vor dem vorzeitigen Schließen der Ofenklappe, sowie vor dem Athmen in nächster Nähe von Kohlenbecken nicht eindringlich genug gewarnt werden. Ebenso ist das Glühendwerden der Oefen zu verhüten, weil dabei der auf dem Ofen abgelagerte Staub theilweise zu Kohlenoxydgas verbrennt. Eigentlich sollten alle jene Arbeiten, bei denen sich Kohlenoxydgas, wie überhaupt schädliche Gase entwickeln, im Freien verrichtet werden; wo dies nicht angeht, muß wenigstens für gute Ventilation gesorgt werden. Der Pulverdunst (bei Sprengungen in Bergwerken), der manchmal die sogen. Minen- oder Pionierkrankheit erzeugt, wird gefährlich weniger durch Schwefelwasserstoff als durch das Kohlenoxyd, welches sich durch das Verbrennen des Schießpulvers bildet. Auch durch Verpuffen der Schießbaumwolle wird Kohlenoxyd gebildet.

o) **Kohlensäure** (s. S. 539), die sich in größerer Menge hauptsächlich in Steinkohlen- und Cloakengruben, in Bier- und Weinkellern, in alten Brunnen und Grüften anhäuft, ist deshalb von Allen, die sich in solche Räume zu begeben haben, zu fürchten und es muß darum vor dem Eintritt in jene Räume immer zunächst mittels eines Seiles oder einer Stange ein brennendes Licht in dieselben eingebracht werden. Löscht dieses aus oder brennt es trübe, dann ist Kohlensäure vorhanden und durch längere Zeit anhaltenden gehörigen Luftzug, sowie durch Abschießen von Gewehren und Aufstellen von größeren Gefäßen mit Kalkmilch zu entfernen. Man bedenke dabei, daß die Kohlensäure schwerer als die atmosphärische Luft ist und deshalb die Luft in der Nähe des Fußbodens noch etwas von diesem gefährlichen Gase enthalten kann. Brunnen- und Cloakenarbeiter sollten stets an Stricken befestigt werden, so daß sie bei etwaigem Uebelbefinden schnell an die reine Luft gebracht werden können. — Gefährliche Mengen von Kohlensäure entstehen auch in Lohgruben, Kalk- und Ziegelbrennereien.

p) **Leuchtgas** (s. S. 540), welches Kohlenoxydgas in nicht unbeträchtlicher Menge enthalten und deshalb gerade sehr giftige Wirkungen haben kann, bringt seltener den Arbeitern in Gasfabriken Gefahr, als wenn es sich in Folge von schlechtem Verschluß oder Zersprungensein von Leuchtgas-Leitungsröhren in geschlossenen Räumen anhäuft. Merkt man also in Localen, die mit Gas erleuchtet werden, den ekeligen Geruch desselben, so entferne man es

sofort durch Herstellung eines starken Luftzuges und verschließe die Röhren und etwaige Lecke in der Leitung wieder luftdicht.

q) **Cloakengase** (s. S. 541), die in der Regel nach faulen Eiern riechen und aus Schwefelwasserstoff, Schwefelammonium, Stickstoff, Kohlensäure und Kohlenwasserstoffgas und oft auch aus Ammoniak (aus dem Urin) bestehen, werden nicht selten den mit Reinigen der Cloaken- und Abtrittsgruben beschäftigten Arbeitern tödtlich, zumal dann, wenn der Koth längere Zeit in den Gruben faulte. Man hat deshalb folgende Vorsichtsmaßregeln beim Reinigen der Gruben zu beobachten: die Gruben müssen vor ihrer Reinigung (die stets des Nachts und bei kalter Witterung stattfinden sollte) wenigstens 12 Stunden vorher geöffnet und von Zeit zu Zeit mit langen Stangen umgerührt werden; hierauf ist vor dem Einsteigen die Luft der Grube durch ein brennendes Licht, welches hinabgelassen wird, zu prüfen. Verlischt dasselbe, dann ist eine sehr große Menge von Stickstoff und Kohlensäure vorhanden; brennt es fort, aber mit einem feurigen Hofe um die Flamme, dann ist viel Schwefelammonium und Schwefelwasserstoffgas da; in beiden Fällen ist die Luft zu reinigen. Dann schütte man noch mehrere Eimer Chlorkalk, Carbolsäure oder Eisenvitriollösung hinein, und nun erst können die Arbeiter (welche der größeren Vorsicht wegen mit einem Strick um den Leib zu versehen sind) einsteigen; doch müssen sie immer so viel als möglich das Gesicht von dem Unrathe weghalten oder sich durch Aspirationsröhren sichern. Aus faulenden organischen Stoffen kann sich Schwefelwasserstoffgas in großer Menge entwickeln, z. B. ist die aus Lohgruben sich entwickelnde Luft reich daran.

r) **Die Grubenluft**, welche mitunter den Bergleuten gefährlich wird, wirkt hauptsächlich durch ihren Gehalt an Kohlensäure (s. S. 43) schädlich, während das Grubengas (s. S. 47) in keiner Weise gesundheitsschädlich wirkt. Man unterscheidet: 1) die matten, leichten-schlechten, sauerstoffarmen und stickstoffreichen Wetter; 2) die Schwaden, schweren-schlechten Wetter, böse Wetter, kalten Dampf, welche hauptsächlich aus Kohlensäure bestehen; 3) schlagende Wetter, wildes Feuer, feurige Schwaden aus leichtem Kohlenwasserstoff- oder Grubengas, die nur durch ihre Entzündlichkeit und Explosivität gefährlich sind. Nach einer Explosion ist es der Mangel an Sauerstoff, welcher die der Verbrennung entgangenen Arbeiter durch Erstickung tödtet. Die Davy'sche Sicherheitslampe (mehrfach modificirt) macht den Arbeiter auf die nahende Gefahr aufmerksam, so daß er sich entfernen kann. Leider ist die Beseitigung der schlagenden Wetter, die oft plötzlich beim Anhauen einer Bank auftreten, durch Ventilation höchst schwierig. Nur die sich in manchen angehauenen Kohlenflötzen beständig entwickelnden Gase, verdünnten schlagenden Wetter, lassen sich durch eine gute Ventilation leicht beseitigen.

s) **Thierische Gifte**, die von kranken Hausthieren oder faulendem Fleische stammen und äußerst gefährlich werden können, sind: das Wuthgift im Speichel (Geifer) toller Hunde, das Milzbrandgift bei Pflanzenfressern (besonders bei Pferden, Rindvieh, Schafen, Schweinen), das Wurm- und Rotzgift, besonders im Nasenausfluß der Pferde, das Leichengift (Wildpret mit haut-goût). Wer also mit solchen Leichen, Fleische oder kranken Thieren zu thun hat (wie Abdecker, Thierärzte, Köchinnen, Metzger, Hufschmiede, Schäfer, Oekonomen und diejenigen Professionisten, welche von solchen kranken Thieren stammende Stoffe (Häute, Haare, Borsten) zu verarbeiten haben (wie Gerber, Kürschner, Seifensieder u. s. w.), müssen sich dadurch vor diesen Giften zu schützen suchen, daß sie ihre Hände, zumal wenn wunde Stellen daran sind, mit Kautschukhandschuhen überziehen, mit Oel einreiben und öfters mit kaustischem Ammoniak abwaschen, besonders wenn kleine Verletzungen (die man auch durch Collodium-Ueberzug schützen kann) vorhanden sind.

t) Arbeiter, die sich **hohen Hitze-** oder **Kältegraden**, dem **Luftzuge**, der **Nässe**, **Wind** und **Wetter** aussetzen müssen, haben die Verpflichtung gegen ihre Gesundheit, den schädlichen Wirkungen der genannten Momente soviel als nur möglich entgegenzuarbeiten. — Bei Arbeiten in großer Hitze, wo die Arbeiter wegen der durch die Wärme ausgedehnten Luft weniger Sauerstoff beim Athmen aufnehmen (s. S. 557), stark schwitzen und dadurch viel Flüssigkeit aus dem Blute verlieren, ist es nothwendig, diesen Verlust durch vieles Trinken (von Wasser oder leichtem Bier) zu ersetzen, die durch vieles Schwitzen rauh werdende Haut von Zeit zu Zeit mit Fett einzureiben und während des Arbeitens mehrere Male in frischer, freier, kühlerer Luft, natürlich aber mit den nöthigen Vorsichtsmaßregeln gegen Erkältung (der Haut und des Athmungsapparates), kräftig ein- und auszuathmen. Der Genuß spirituöser Getränke, wie überhaupt von stickstofflosen Substanzen (s. S. 423), ist zu beschränken. Die Kleidung solcher Arbeiter sei weit und leicht (lieber aus Baumwolle als von Leinwand) und werde mit Vorsicht nach der Arbeit gewechselt; das Arbeitslocal sei gut ventilirt, aber ohne daß Luftzug entsteht. — Bei Arbeiten in Kälte und Nässe läßt sich nur durch die Kleidung (s. S. 563) und durch Nahrungsstoffe, welche die Wärme-Entwickelung steigern, sowie durch kräftige Bewegungen Nachtheilen vorbeugen. Spirituosa, natürlich in mäßiger Menge genossen, schaden bei solchen Arbeiten weit weniger, als bei allen anderen.

u) Die bei Gewerben nothwendige **Körperstellung** kann Veranlassung zu Berufskrankheiten werden, wenn dieselbe gar zu lange ein und dieselbe bleibt. Man bedenke, daß das Bewegen der verschiedenen Theile unseres Körpers zur Unterhaltung des Blutlaufs, zur Ernährung und Wärme-Entwickelung mitwirkt und also nicht ohne Nachtheil zu sehr beschränkt werden kann. — Die aufrechte Körperstellung wirkt zuvörderst auf die Muskeln der Beine und auf den Blutstrom, welcher in den Blutadern von den Füßen zum Herzen hinzieht. Die Nachtheile dieser Stellung können deshalb in Störungen (Stockungen) des Blutlaufs an den Beinen und im Unterleibe, sowie in Krankheiten dieses oder jenes Fußtheiles bestehen (Krampfadern der Waschweiber, Tischler und anderer Gewerke, entzündlicher Plattfuß der Kellner und Ladendiener, X-Beine der Bäcker und dergl.) Zur Vermeidung dieser Nachtheile muß das Stehen von Zeit zu Zeit mit Sitzen, horizontalem Liegen und Gehen vertauscht, auch das öftere tiefe Athemholen nicht versäumt werden. Bei ununterbrochenem Stehenmüssen thuen Schnürstrümpfe oder mäßig festes Einwickeln der Beine mit wollenen oder elastischen Binden gute Dienste. Die Kleidung des übrigen Körpers sei stets locker. — Die sitzende Körperstellung, zumal mit stark gebeugtem Oberkörper, übt ihren schädlichen Einfluß hauptsächlich auf die Organe und Circulation

des Unterleibes aus und erschwert vorzugsweise den Blutlauf in der Pfortader (s. S. 238) und durch die Leber (s. S. 275), wodurch habituelle Unterleibsstockungen und Hämorrhoidalbeschwerden entstehen. In Folge des unvollkommenen Athmens beim Sitzen werden auch nicht selten chronische Lungenkrankheiten hervorgerufen. Um diese nachtheiligen Folgezustände zu verhüten, muß zwischen dem Sitzen und Stehen gehörig abgewechselt und der Oberkörper so gerade wie möglich gehalten werden; auch sollte alle Beengung durch Kleidungsstücke vermieden und möglichst oft im Stehen und mit auf dem Rücken gekreuzten Armen kräftig ein- und ausgeathmet werden. Nach der Arbeit ist es durchaus nöthig, sich tüchtige Bewegung (s. S. 601) im Freien zu machen (durch Turnen, Kegeln, Billardspielen, Gartenbau, weite Spaziergänge und dergl.); unter Umständen wirkt auch das Reiten nützlich (s. S. 603). Die Diät sei nahrhaft, aber leicht verdaulich, nicht etwa erregend (sehr gewürzhaft, spirituös); auch ist auf gehörige Leibesöffnung, aber nicht etwa mittels Abführmittel, sondern bei Verstopfung durch Klystiere von warmem Wasser mit Oel zu halten. — Bei gebückter Körperhaltung im Stehen muß der Arbeiter seinen Körper von Zeit zu Zeit tüchtig recken und strecken und dabei kräftig ein- und ausathmen. — Wenn eine knieende Stellung nicht mit der sitzenden (auf niedrigem Sitze) verwechselt werden kann, so muß das Knie wenigstens soviel als möglich (durch Kissen, gepolsterte Ringe) geschützt werden, da sonst leicht Entzündung und Anschwellung desselben entsteht.

v) Die **übermäßige** (starke oder lang anhaltende) **Anstrengung** des ganzen Körpers oder einzelner Theile hindert den Stoffwechsel (die Ernährung), erzeugt ein Mißverhältniß zwischen Verbrauch und Wiederersatz der Materie im angestrengten Theile und ruft durch Ueberanstrengung, besonders der Muskeln und Nerven, bleibende Schwäche hervor. Dies ist um so leichter der Fall, je jünger, schwächer und schlechter ernährt der Arbeiter ist. — Um den Nachtheilen, welche übermäßige Anstrengungen nach sich ziehen, vorzubeugen, werde die Arbeit durch passende und gehörig lange Ruhe unterbrochen, besonders sei der Schlaf naturgemäß, die Luft, in welcher gearbeitet wird, rein und mäßig warm, die Nahrung zweckmäßig zusammengesetzt und leicht verdaulich. Von Erregungsmitteln sind Kaffee und Thee den Spirituosen, besonders dem Branntwein, bei Weitem vorzuziehen.

Die **ärmeren Arbeiterclassen** (Fabrikarbeiter und verwandte arbeitende Classen; Proletariat) unterliegen, wie die tägliche Erfahrung zeigt, durchschnittlich häufigeren Erkrankungen und einer größeren Sterblichkeit, als die bemittelten Classen. Die üblen Einflüsse, welche bei ihnen die Erkrankungen begünstigen und die Sterblichkeit steigern, lassen sich trennen in unvermeidlich mit der Armuth verbundene Schädlichkeiten und in wohl vermeidbare. Zu den ersteren wären

zu rechnen: enge, schlecht ausgestattete Wohnräume, mangelhafte Ernährung und Bekleidung, manche mit der Beschäftigung verknüpfte üblen Einflüsse; zu den letzteren: die Verunreinigungen der Wohnungen und der Wohnluft, die mangelhafte Reinigung des Körpers und der Kleidung, die Nichtbeachtung gewisser Vorsichtsmaßregeln bei den verschiedenen Beschäftigungen. Auch bezüglich der Nahrung ließe gewiß sich unter sehr vielen Verhältnissen eine zweckmäßigere Zusammensetzung derselben erzielen, wenn der übermäßige Kartoffel- und Brodgenuß eingeschränkt und dafür billige eiweiß- und fetthaltige Nahrungsmittel (verhältnißmäßig billig sind: Quark, Buttermilch, Blut, Pferdefleisch, Pferdefett) reichlicher genossen würden (s. S. 527). Häufig wird ein Theil der eingenommenen Nahrung ganz unbenutzt mit dem Stuhle wieder aus dem Körper ausgeschieden, weil die Speisen unzweckmäßig zubereitet oder in größeren unzerkauten Stücken verschluckt sind (siehe S. 506). In sehr vielen Fällen verstehen freilich die Arbeiterfrauen nichts von der zweckmäßigen Auswahl und Zubereitung der Nahrungsmittel und geben, wie die Männer für Genußmittel (Tabak, Branntwein, Bier), so ihrerseits unverhältnißmäßig große Summen für Putz und Kleidung aus. Den ärmeren Classen geht außerdem noch vollständig die Erkenntniß ab, daß reine Luft und die Beobachtung der größten Reinlichkeit zum Gesundsein so unerläßlich wie zweckmäßige Nahrung sind. Die Wohnungen und Werkstätten (in welchen meist viel weniger für die Gesundheitspflege geschieht, als in den Fabriken) werden sehr häufig unnöthiger Weise verunreinigt und ungenügend oder — im Winter — gar nicht gelüftet. Ein Blick auf die letzten Jahre zeigt ferner genügsam, daß der Hang zur Einfachheit und Sparsamkeit sehr abgenommen hat und daß vor allem in dieser Beziehung eine Aenderung zum Bessern anzustreben ist, wenn das Loos der arbeitenden Classen günstiger gestaltet werden soll. Der Sparsinn muß freilich, wie alles Gute, von Jugend auf anerzogen werden. Aus diesem Gesichtspunkte hat man mit Recht neuerdings auch in Deutschland die Einführung der in Frankreich, Belgien, Holland, England und Ungarn bereits bestehenden „Schulsparkassen" befürwortet und angeregt.

## Gesundheitsregeln in Bezug auf den Wohnort.

Daß die Beschaffenheit der Wohnung, der Gegend und des Klimas, wo der Mensch lebt, Einfluß auf dessen Befinden haben muß, ist wohl selbstverständlich, da sich Wohnungen und Wohnorte in Hinsicht auf Luft und Licht, Wärme und Kälte, Trockenheit und Feuchtigkeit, vegetabilische und animalische Beziehungen sehr verschieden und oft so verhalten, daß sie nachtheilig auf den menschlichen Körper ein-

wirken. Es ist nur zu verwundern, wie sehr gerade hinsichtlich der Wohnungsverhältnisse von den meisten selbst sogen. gebildeten Menschen gegen die Vorschriften der Gesundheitslehre verstoßen wird, obwohl schon längst hierüber eine Reihe sehr werthvoller Untersuchungen von Pettenkofer und seinen Schülern vorliegt.

I. Die **Wohnung**, welche dem Menschen eine Kleidung im vergrößerten Maßstabe ist, demselben Schutz vor den Einflüssen der Außenwelt und oft gleichzeitig auch ein Local zum Betrieb seines Geschäfts gewährt, verlangt durchaus, wenn sie gesund sein soll: eine reine Luft, das gehörige Licht, passende Temperatur (mäßige Wärme) und Trockenheit. Immer und überall bringen Verstöße gegen diese wesentlichen Erfordernisse größern oder geringern Nachtheil, und es muß auf dieselben durchaus ebenso innerhalb wie in der Umgebung der Wohnung geachtet werden. Die Nachtheile einer unzweckmäßigen Wohnung sind aber um so größer, je anhaltender man sich in ihr aufhält. Diese nachtheiligen Folgen bestehen sehr oft in mangelhaftem Gedeihen, unvollkommener Entwickelung, Kränklichkeit und Schwächlichkeit, Krankheit sowie verzögerter oder verhinderter Heilung von Krankheiten. Vorzugsweise schädlich sind solche Wohnungen Kindern, besonders Säuglingen, Greisen, Wöchnerinnen, Kranken und Reconvalescenten. — Nie darf das Haus eine Vorrichtung sein, uns von der äußeren Luft abzuschließen, so wenig als dies die Kleidung thun darf; es hat im Gegentheil den Verkehr mit der uns umgebenden Atmosphäre beständig zu unterhalten und nur unseren Bedürfnissen entsprechend zu modificiren. Unsere Wohnung muß hinsichtlich ihres Baues sich gegen Luft, Wasser und Wärme ziemlich ähnlich verhalten, wie unsere Bekleidung (s. S. 563), wenn anders sie ihren Zweck, uns ein künstliches behagliches Klima zu schaffen, in jeder Beziehung erfüllen soll.

a) Die **Luft** der Wohnung ist dadurch rein zu erhalten, daß die bewohnten Räume (zumal die Arbeits- und Schlaflocale) gehörig hoch und geräumig sind und nicht von einer zu großen Anzahl von Menschen bewohnt werden; daß für öftere Lufterneuerung (gute Ventilation), aber ohne schädliche Zugluft dabei zu erzeugen, Sorge getragen wird; daß man das Eindringen von schädlichen Gasarten, Dünsten, Dämpfen, Staub und Rauch nicht blos verhindert, sondern auch dem Entstehen dieser Luftverderber innerhalb und außerhalb des Hauses soviel als nur möglich entgegentritt (s. S. 538). Deshalb sind hauptsächlich Anhäufungen und Fäulniß von Excrementen (Mist, vegetabilischen und animalischen Stoffen) in der Wohnung selbst oder in deren Umgebung zu verhüten und die bei Verbrennungen sich bildenden Gase so schnell als möglich zu entfernen. Die Wirthschaftsabfälle sollten, so weit es geht, verbrannt werden. Ebenso müssen wie übel- so auch stark wohlriechende Gerüche ver-

mieden werden. Reine Luft kann niemals durch Räucherung erzeugt werden.

Trotzdem daß auf die Luft (s. S. 542) in den Wohnungen der Gesundheit der Bewohner wegen die größte Rücksicht zu nehmen ist, so wird doch die ausreichende Lufterneuerung in den Wohnungen sehr vernachlässigt. Die engen wie die weiten Wohnräume werden dadurch die Mitschuldigen zu vielen und mannigfaltigen Krankheiten, indem der längere Aufenthalt in schlechter Zimmerluft die Widerstandsfähigkeit des Menschen gegen jede Art von krankmachenden Ursachen herabsetzt. Luft, frische reine Luft ist ein Haupterforderniß zum Leben und Gesundbleiben. Leider ist dem Publikum die Furcht vor frischer Luft, sogar von den Aerzten, unter dem Namen „schädliche Zugluft" beigebracht worden. Glücklicherweise findet aber auch ohne Zuthun des Menschen ein fortwährender Luftwechsel (Ventilation) im Hause statt und zwar ebenso durch die Wände, wie vom Boden aus. Es läßt nämlich, abgesehen von Thür und Fenster, jede Wand (wie jeder Kleidungsstoff) Luft durch sich hindurch und jedes Haus hat in sich die Luft, von der es außen umgeben wird. Diese durchströmt es nur bald schneller, bald langsamer. Diese Durchlässigkeit der Mauern ist viel beträchtlicher, als gewöhnlich angenommen wird; unter gewöhnlichen Umständen können durch eine Wand von 15 □ Meter Fläche in einer Stunde 40—50 Cubikmeter Luft hindurchtreten, also beinahe soviel, als ein Mensch während der gleichen Zeit zur Athmung bedarf; bei starkem Temperaturunterschied zwischen Zimmer- und Außenluft kann dieser Luftwechsel bis auf das Doppelte steigen. Daß wir diese Bewegung der Luft nicht mit unseren Sinnen wahrnehmen, kommt daher, daß wir jede Bewegung der Luft, deren Geschwindigkeit unter $^1/_2$ Meter in der Secunde liegt, nicht mehr empfinden können. Es verhält sich nun aber der Luftdurchtritt durch verschiedenes Baumaterial ganz verschieden. Am durchgängigsten für die Luft ist der Mörtel (also die zwischen den einzelnen Bausteinen befindlichen Mörtelfugen), weniger Ziegel- und Sandsteine, am wenigsten dichte Kalk- oder sogen. Bruchsteine. Oelanstrich, Holzgetäfel und Tapeten beschränken den Luftdurchtritt, gänzliche Durchfeuchtung der Wände hebt ihn vollständig auf und daher rührt (neben Störungen in der Wärmeökonomie unseres Körpers) der Nachtheil von Neubauten und nassen (luftdichten) und einseitig abkühlenden Wänden. Von den in einem Neubau enthaltenen Wassermengen machen sich die wenigsten Menschen einen richtigen Begriff: nach einer Berechnung von Pettenkofer werden beim Bau eines Wohnhauses mit drei Stockwerken von je fünf Zimmern zum Benetzen der Steine und Anmachen des Mörtels gegen 85000 Liter Wasser verwendet, welche zum größten Theil wieder fortgeschafft sein müssen, ehe das Haus ohne Gefahr für die Gesundheit bezogen werden kann. Wenn scheinbar ganz ausgetrocknete Wände in Neubauten beim Bewohntwerden wiederum feucht und dadurch für die Luft undurchdringlich werden, so hat dies seinen Grund darin, daß der in der Wohnung (durch Ausathmung, Schweiß, Kochen, Scheuern, Waschen u. s. w.) entstandene Wasserdunst sich an der kalten, in der Tiefe noch nicht hinlänglich ausgetrockneten Wand niederschlägt und die Luft aus deren Poren verdrängt. Das Wasser, welches die Wände aufnehmen und durch ihre Masse hindurch befördern, dunstet, außen angekommen, im Freien (besonders an der Sonnenseite) ab und daher kommt es, daß nur ein poröses Baumaterial trockene Wohnungen giebt. Heizung sämmtlicher Oefen und beständige Lüftung aller Zimmer ist das einzige rationelle und sicherste Mittel, um Neubauten rasch zu trocknen.

Die Reinheit der Luft hängt nun aber nicht etwa von der Größe des Luftraumes ab, in welchem der Mensch sich aufhält, sondern von der Zufuhr frischer Luft (Ventilation), so daß also ein kleiner Raum mit guter Luft-

erneuerung viel gesünder sein kann, als ein großer und hoher. Sonach ist also auf die Ventilation (Lüftung) der größte Werth zu legen, denn durch diese wird die durch Beimischung fremdartiger und von außen stammender Stoffe verunreinigte und durch die menschlichen Ausathmungs- und Ausdünstungsproducte in ihrem Mischungsverhältnisse veränderte Luft aus der Wohnung entfernt und durch gute Luft ersetzt. Verunreinigungen der Luft, welche vermieden werden könnten, vermeide man lieber, als daß man sie durch Ventilation zu entfernen trachtet. Ohne durchgreifende Reinlichkeit helfen in einem Hause alle Ventilationsvorrichtungen nur wenig und das eigentliche Wirken der Ventilation beginnt erst da, wo die Reinlichkeit durch rasche Entfernung oder sorgfältigen Abschluß luftverderbender Stoffe nichts mehr zu leisten vermag (wie gegen die Ausathmungs- und Ausdünstungsproducte).

**Ventilation** wird durch Störung des Gleichgewichts der Luft auf zwei Wegen hervorgerufen: 1) durch Temperaturdifferenz von sich nahen und frei communicirenden Luftschichten und 2) durch mechanischen Druck oder Stoß auf die Luft in bestimmter Richtung. Im erstern Falle erzeugen wir **Zug** (durch Kamin oder Ofen), im letztern **Wind** (durch Fächer, Windflügel, Ventilatoren). Diese beiden Arten des Luftwechsels sind in unseren Häusern unausgesetzt thätig und es findet deshalb immer eine sogen. **„natürliche** oder **spontane** Ventilation" statt, auch ohne besondere, künstliche Vorrichtung, nur in verschiedenem Grade und abhängig: von der Größe der Temperaturdifferenz zwischen innen und außen (wobei die Erwärmung der Zimmer mitwirkt); von der Stärke des Windes oder der Luftbewegung im Freien und von der Größe der Oeffnungen, die dem Luftwechsel offen stehen (Porosität der Wände, Ritzen der Thüren und Fenster, Offenstehen derselben).

Um den Grad der Luftverderbniß durch den Aufenthalt von Menschen in einem Raume, sowie um zu ergründen, wie viel von reiner Luft eingeführt und wie viel von schlechter ausgetrieben wird, muß nach Pettenkofer der Kohlensäuregehalt der Luft mit Hülfe von ätzenden Alkalien, welche die Kohlensäure begierig aufnehmen, erforscht werden*). Pettenkofer geht nämlich von dem Gedanken aus, daß der Antheil der Kohlensäure mit dem Grade der Luftverderbniß gleichen Schritt halte und demnach als Maßstab für diese Verderbniß betrachtet werden könne, vorausgesetzt nämlich, daß in dem bewohnten Raume keine anderen Kohlensäurequellen (Flammen, Rauch u. s. w., als Menschen vorhanden sind (s. S. 41). — Um nun aber die Größe des Luftbedürfnisses für einen Menschen richtig bemessen zu können, muß zuvörderst festgestellt sein, wie bedeutend die Luftverderbniß durch eine Person in einer bestimmten Zeit sich herausstellt. Man nimmt als Durchschnitt an, daß ein mittlerer Mensch in der Minute 5 Liter Luft ausathmet, welche 4 Procent

*) Pettenkofer'sche Kohlensäure-Probe. Eine Quantität der zu untersuchenden Luft wird in einer Flasche von 5—6 Liter Inhalt aufgefangen. Diese Flasche, die inwendig ganz trocken sein und die Temperatur der zu untersuchenden Luft haben muß, wird mittelst eines kleinen Handblasebalgs gefüllt, über dessen Ventil ein Messingrohr (als Lufttrichter) befestigt ist. Der Hals der Flasche muß so weit sein, daß eine längliche 45 Cbctmtr. fassende Saugpipete eingeführt werden kann. Das Ausblaserohr des Blasebalgs wird mit einem Kautschukrohre in Verbindung gebracht, welches sich bis auf den Grund der Flasche erstreckt. Nach etwa 30 Blasebalgstößen ist die Flasche gefüllt und wird nun, nachdem mittels der Pipete 45 Cbctmtr. Kalk oder besser Barytwasser eingebracht sind, mit einer Kautschukkappe luftdicht verschlossen. Jetzt wird die Flasche derart ½—2 Stunden lang mit Unterbrechung geschüttelt, daß die Wandung allenthalben mit dem Wasser benetzt wird. Inzwischen bestimmt man durch Titriren mit Oxalsäure den Aetzkalkgehalt von 30 Cbctmtr. frischen und von 30 Cbctmtr. des zur Absorption der Kohlensäure benutzten Kalk oder Barytwassers, welches letztere zu diesem Zwecke in ein Becherglas gegossen wird. Wie viele Cbctmtr. Säure man jetzt weniger braucht, so viel Milgr. Kalk oder Baryt wurden von Kohlensäure absorbirt. — Es wäre dringend zu wünschen, daß dieser Pettenkofer'sche Apparat ebenso in den Krankenzimmern, wie in Schulen ꝛc. angewendet würde und die künftigen Lehrer in den Seminarien mit seiner Anwendung bekannt gemacht würden, um die Luft der Schulzimmer untersuchen zu können.

an Kohlensäure enthalten (in einer Stunde 300 Liter Luft mit 12 Liter Kohlensäure). Da wir uns nun aber nur in einer solchen Luft behaglich fühlen, welche nicht mehr als höchstens 1 pro mille Kohlensäure enthält, so muß durch die Ventilation eine sehr bedeutende Menge frischer Luft eingeführt werden und man muß, wenn ein Mensch in einem geschlossenen Raume athmen soll, in diesen Raum wenigstens das 200fache Volum der ausgeathmeten Luft an frischer Luft in jedem Zeitmomente zuführen, wenn die Luft im Raume stets gut bleiben soll. Da ein Mensch in einer Stunde etwa 300 Liter Luft ausathmet, so müssen dem Zimmer, in welchem er sich aufhält in dieser Zeit 90,000 Liter = 60 Cbkmtr. frischer Luft zugeführt werden. In Räumen, die auch während der Lüftung bewohnt werden müssen, läßt sich im Winter das Oeffnen ganzer Fensterflügel, welches die Bewohner dem kalten Luftzug aussetzt, durch folgende einfache Vorrichtung ersetzen. Man läßt eine der obersten Fensterscheiben um ihre wagerechte Achse nach innen zurückschlagbar machen, so daß sie beim Oeffnen schief nach innen und oben zu stehen kommt; die reine kalte Luft gelangt dann zuerst nach oben an die Zimmerdecke, mischt sich hier mit der Zimmerluft und erwärmt sich etwas, ehe sie mit den Bewohnern in Berührung kommt. Auch Glasjalousien, die in den oberen Fensterflügel eingesetzt und durch eine in einer Führung laufende gewöhnliche Fensterscheibe geöffnet oder geschlossen werden, haben sich als sehr bequem und praktisch erwiesen. — In den Fällen, in welchen die natürliche Ventilation ungenügend ist, um den Kohlensäuregehalt der Luft bis zur normalen Menge herabzusetzen (wie in Fabriken, Spitälern, Wirthshäusern, Kasernen, Schulen, Strafanstalten, Auswanderschiffen, Kirchen, Theatern, Viehställen u. s. w.) muß dies durch directes Eintreiben frischer Luft erreicht werden. Pettenkofer empfiehlt hierzu den von van Hecke construirten Ventilator als den zweckmäßigsten und am wenigsten kostspieligen. Er besteht aus einem weiten Luftkanal aus Zinkröhren, welcher sich vom Keller aus im Hause verzweigt und in allen Stockwerken und Zimmern einmündet. In die Hauptzuführungsröhre ist der Ventilator eingesetzt, welcher aus 2 Schaufeln besteht, die auf 2 Stielen senkrecht auf einer rotirenden Achse sitzen und in einem Winkel von 50—60° geneigt sind; er wird durch $^1/_2$ bis 1 Pferdekraft in Bewegung erhalten. Es kann diese Ventilationseinrichtung auch für Luftheizung benutzt werden. Unsere gewöhnlichen Wohnhäuser brauchen keine künstliche Ventilation; bei ihnen reicht die natürliche (spontane) Ventilation durch Temperaturdifferenz, Bewegung der Luft im Freien, trockne poröse Wände (durch feuchte Wände findet keine natürliche Ventilation statt, s. S. 683) und zeitweilige Nachhülfe durch Vergrößern der Oeffnungen (Oeffnen der Fenster und Thüren), verbunden mit der größten Reinlichkeit in allen Theilen des Hauses und Vermeidung jeder überflüssigen Verunreinigung der Luft und der Ueberfüllung mit Personen vollkommen aus.

Die unter dem Erdboden befindliche Luft (sogen. „Grund- oder Bodenluft"), sowie das sogen. „Grundwasser" sind von nicht geringerer Bedeutung für die Gesundheit und scheinen unter Umständen Einfluß auf die Entstehung gewisser Epidemien (Typhus, Cholera, Wechselfieber) zu haben.

Das **Grundwasser** bildet nur wenige Fuß unter unseren Wohnstätten im Erdboden einen auf- und abfluthenden See. Gräbt man in ordigem oder sandigem Boden ein Loch, so stößt man, je nach der Oertlichkeit in verschiedener Tiefe, endlich auf dieses Wasser, das sich nicht verläuft und beim Ausschöpfen stets sofort wieder ansammelt. Früher wurde dem Grundwasser fast nur insofern Bedeutung beigelegt, als es die Schöpfbrunnen speist. Genaue Beobachtungen haben es aber sehr wahrscheinlich gemacht, daß dieses Wasser einen mächtigen Einfluß auf das Entstehen gewisser epidemischer Krankheiten und so auf den Gesundheitszustand ganzer Bevölkerungsmassen besitzt. Diesen Einfluß übt es aber insofern aus, als bei seinem Sinken in der verlassenen und durchfeuchteten Bodenschicht Zersetzungen organischer Substanzen besonders Düngstoffe) stattfinden, deren Producte von der Luft des Bodens aufgenommen und durch diese den Wohnungen zugeführt werden.

— Das Grundwasser findet sich natürlich nur in lockerem, erdigem, sandigem und geröllartigem, niemals in compact festigem Boden. Es durchtränkt denselben bis hinab, wo der lockere Boden auf der für Wasser nur schwer durchdringbaren Sohle von Fels oder Thon aufliegt. Gewöhnlich wird es mehrere, bis etwa zwanzig, höchstens hundert Fuß unter der Bodenoberfläche angetroffen, um hier bildet seine Oberfläche nicht etwa eine Ebene, wie der Spiegel der See, sondern es folgt meistens in ziemlich gleichem Abstande den Hebungen und Senkungen des Bodens, so daß es an einer Thallehne in ebenso großer Nähe unter dem Boden angetroffen werden kann, wie in der tiefsten Stelle des Thales. Jedoch ist dies nicht immer der Fall. Bisweilen ist auch der Grundwasserstand an hochgelegenen Orten ein höher, während derselbe in tiefgelegenen benachbarten Oertlichkeiten ein tieferer ist. Findet dieses Umgekehrte statt, so rührt dies von einem langsamen Abfluße des Grundwassers von den höher gelegenen Stellen nach den tiefer liegenden her. Nur unter ganz ungünstigen örtlichen Verhältnissen steigt das Grundwasser zu Tage und bildet dann einen Sumpf. — Das Grundwasser stammt größtentheils aus der Atmosphäre, d. h. die wässerigen atmosphärischen Niederschläge, Regen, Schnee speisen dasselbe. Allein nur bei ganz außergewöhnlicher Menge derselben vermehrt sich das Grundwasser so, daß eine förmliche unterirdische Ueberschwemmung herbeigeführt wird und selbst mit niederem Wasserstand versehene Brunnen überlaufen, „ersaufen". Gewöhnlich entspricht die Regenmenge keineswegs dem Grundwasserstande: ja bei reichlichem Regenfall steht das Grundwasser oft tief, und umgekehrt. — Der Einfluß des Grundwassers auf den Gesundheitszustand hängt nun aber nicht sowohl von dem gleichmäßig tiefen oder hohen Stande des Grundwassers ab, sondern vielmehr von den mehr oder minder jähen mitunter bis zu 12 Meter betragenden Schwankungen, welche das Grundwasser durchmacht, in der Art, daß der Gesundheitszustand gefährdet ist, wenn auf einen verhältnißmäßig hohen Stand des Grundwassers ein schneller Abfall erfolgt, vorausgesetzt nämlich, daß die übrigen Bedingungen zum Ausbrechen einer Epidemie gegeben sind, während zur Zeit eines hohen Grundwasserstandes, d. h. bei großer Bodenfeuchtigkeit, die Epidemien ausbleiben. Diejenigen epidemischen Krankheiten, für welche das Gesagte gilt, sind die Cholera, der Typhus und das Wechselfieber, denen sich wohl bei weiteren Forschungen noch mehr werden anreihen lassen.

Aus den über den Einfluß des Grundwassers auf jene Krankheiten gemachten Erfahrungen lassen sich nun leicht **Nutzanwendungen** von hoher praktischer Bedeutung ziehen. Eine Krankheit läßt sich leichter vermeiden, als mit ihren oft so schweren Folgen heilen; der Verständige wird sich also bei Zeiten vorsehen. Es ist jetzt klar, daß die Wahl des Wohnorts keine gleichgültige Sache mehr ist, seit man weiß, welche große Rolle das Grundwasser bei der Erzeugung gefährlicher Krankheiten spielt. Es ist daher sehr zweckmäßig, wenn man bei der Anlage neuer Wohnungen auf die Grundwasserverhältnisse gehörig Rücksicht nimmt. Ergiebt sich dabei, daß das Wasser an dem gewählten Bauplatz einen hohen Stand einnimmt, so bringe man sich durch Drainirungen oder Aufschüttungen möglichst aus dem Bereich der verderblichen Grundwasserschwankungen und schütze sich nicht blos durch wasserdichten Unterbau vor den Durchnässungen der Grundmauern. Steht in hügeligem Terrain die Wahl des Ortes frei, so baut man besser auf Anhöhen oder an Thallehnen, als in Thalmulden, vortheilhafter am obern Ende des Thals, als am untern. Niemals sollte man, wenn es irgend thunlich ist, Anhäufungen von Koth oder Düngstoffen in der Nähe von Wohnungen zu Stande kommen lassen, am allerwenigsten aber gar Senk- oder Versitzgruben anlegen; selbst eine Schleußenanlage zur Entfernung des Unraths ist unzweckmäßig, wenn sie nicht starken Fall hat und nicht fortwährend ausgespült wird. Lassen sich Düngerstätten nicht vermeiden, so dürfen diese auf keinen Fall mit der Sohle des Hauses in gleicher Ebene, noch viel weniger höher liegen als diese; man würde dadurch den Boden in der verderblichsten Weise für die Entwickelung von Krankheitskeimen vorbereiten. Die **Brunnen** müssen nothwendig in weiter Entfernung von Düngerstätten angelegt werden (s. S. 433). — Die **Messungen des Grundwassers** selbst lassen sich leicht, ohne große Arbeit und ohne große Kosten ausführen, und es gehört dazu nur einige Ausdauer; man hat Nichts weiter nöthig, als regelmäßig von Zeit zu Zeit zu bestimmen, wie weit der Spiegel eines Brunnens, der entweder wenig benutzt wird, oder auch bei der Benutzung seinen Stand nicht ändert, von einem festen Punkte der Bodenoberfläche absteht, und dies erfährt man schon einfach durch Hinabsenken einer Stange oder einer am Ende beschwerten Schnur. Will man noch sorgfältiger verfahren, so braucht man nur an die eine Stange oder das Band eine Reihe von Näpfchen oder ähn-

lichen kleinen flachen Gefäßen in Abständen von etwa einem halben Zoll zu befestigen und man erfährt dann aus den Näpfchen, die beim Heraufziehen des Meßapparates Wasser enthalten, bis zu welcher Höhe das Grundwasser steht. —

Die **Grundluft**, d. i. die Luft im Erdboden (welcher eine Mischung von Erde, Luft und Wasser ist), steht stets mit der Luft über dem Boden im Zusammenhange und innigen Verkehr und ist wie diese den Luftbewegungsgesetzen unterworfen. Daß man von dieser Luft nichts spürt, kommt wie bei der durch die Wände dringenden Luft nur daher, daß ihre Bewegung für unsere Sinne unbemerkbar ist (obschon diese sogen. windstille Luft in einer Stunde noch einen Weg von mehr als tausend Metern machen kann). Die Menge der Grundluft ist in den verschiedenen Bodenarten nach der Porosität derselben eine verschiedene; sie beträgt beim Kiese mehr als den dritten Theil. Nur wo die Poren des Bodens wasserfrei sind, da ist Luftzutritt möglich und der poröse Boden kann also erst an der Grenzlinie des Grundwassers für Luft undurchdringlich werden. So lange das Wasser die Poren nur theilweise erfüllt, bleibt immer auch noch Weg für die Luft. Ebenso ist dies im gefrorenen Boden der Fall. Da die Grundluft nicht nur wie die Luft über dem Boden zusammengesetzt ist, sondern auch wie diese sich bewegt und ventilirt, so können auch Menschen und Thiere in derselben ziemlich lange leben (Verschüttete befanden sich 10 Tage lang ganz wohl). Sie wird ebenso durch Windstöße auf der Oberfläche des Bodens in Bewegung gesetzt, wie auch durch Temperaturdifferenzen und Diffusion ein Austausch zwischen innerer und äußerer Luft stattfinden kann. Dies hat aber großen Einfluß auf die im Erdboden befindlichen organischen (zur Fäulniß geneigten) Substanzen. Im Geröll- und Sandboden wird die Fäulniß schneller vor sich gehen, als in Mergel- und Lehmboden. Gase (Leuchtgas aus geborstenen Röhren) werden sich in lockerem Boden schneller und weiter verbreiten können, als im festen, und besser im Winter nach Wohnungen hin, weil das geheizte Wohnhaus wie ein Kamin einen Zug auf die Grundluft ausübt. Auf diese Art ventiliren sich unsere geheizten Häuser im Winter, wo Fenster und Thüren gut geschlossen werden, nicht nur durch die Mauern, sondern auch durch den Boden des Hauses. Von letzterem können deshalb auch schädliche Stoffe mit eindringen und ganz unmerklich schlimme Krankheiten erzeugen. Sonach ist also die Reinhaltung des Bodens von großer Bedeutung; besonders ist das Fernhalten der Kohlensäure von der Grundluft sehr nöthig. Die erstere theilt sich übrigens auch dem Grundwasser mit und scheint aus dem Boden zu stammen. Es sind die Kohlensäurequellen im Boden aber noch nicht genau gekannt, wahrscheinlich sind es organische Processe.

Die Zersetzung (Fäulniß, Verwesung) **menschlicher Auswurfstoffe** (des **Harnes** und **Kothes**) wird am häufigsten zur Quelle gefährlicher und heimtückischer Krankheiten, zumal wenn diese Stoffe oder deren Zersetzungsproducte in den Boden eindringen und sich hier ausbreiten, auf welchen menschliche Wohnungen stehen, oder wenn sie Trinkwasser verunreinigen (s. S. 433). Bis jetzt hat man sich noch sehr wenig darum gekümmert, was mit diesen Auswurfstoffen geschieht, und nicht darnach gefragt, wie viel davon, trotz des Verbrauches zu Dünger und Guano, in dem bewohnten Erdboden zurückbleibt und sich zu schädlichen Stoffen zersetzt. Pettenkofer, welcher äußerst verdienstliche Untersuchungen über die Verbreitungsart der Cholera angestellt hat, schreibt hierüber: „Man rechnet unter der wirklichen Größe, wenn man durchschnittlich für einen Menschen 3 Pfund Harn und Excremente täglich rechnet; aber bereits nach einer solchen Annahme ergeben sich für eine Stadt von 100,000 Einwohnern täglich 300,000 Pfund und jährlich $109\frac{1}{2}$ Millionen, d. i. über 1 Million Centner. Nehmen wir nun an, daß wir dieses Gewicht von nur menschlichen Auswurfstoffen gänzlich aus der Stadt

entfernen müßten, so brauchte man dazu jährlich 54,750 Fuhren, wenn wir auf eine zweispännige Fuhre 20 Centner laden, oder täglich 150 Fuhren. Hieraus läßt sich etwa ersehen, wie viel in der Stadt zurückbleibt; denn von diesen Stoffen wird nicht der zehnte Theil entfernt. Der ganze Rückstand muß in der unmittelbaren Nähe unserer Wohnplätze verwesen, und wir ersehen, daß wir durch das Quantum von Auswurfstoffen jährlich mehr Stoff für die Verwesung in die Erde bringen, als wenn wir jährlich 50,000 Leichen in der Stadt begraben würden."

Die in der Verwesung und Fäulniß entweder schon begriffenen oder sich doch bald zersetzenden thierischen und menschlichen Stoffe werden nun aber um so mehr Schaden anrichten, *je mehr sie sich im Erdboden ausbreiten können*, und dies wird um so leichter der Fall sein, *je lockerer, feuchter und tiefliegender derselbe ist*. Daß sich dies wirklich so verhält, beweist ganz deutlich die Verbreitungsweise der Cholera und mancher anderer epidemischer Krankheiten, welche auf hochliegendem, trockenem, dichtem und felsigem Boden fast gar nicht auftreten. Kurz es ist erwiesen, daß der Grund und Boden, besonders einer Stadt, in welcher organische Stoffe, namentlich menschliche Auswurfstoffe, eindringen, zu einer Stätte der lebhaftesten, der Gesundheit der Menschen Schaden bringenden Verwesung und Fäulniß wird, welche sich aber an hoch und trocken gelegenen Orten weniger nachtheilig, als oft tief und feucht gelegenen zeigt. — Im Angesichte solcher Thatsachen sollte man auf die Gruben, in welchen die menschlichen Auswurfstoffe aufbewahrt werden, weit mehr, als dies jetzt der Fall ist, seine Aufmerksamkeit richten, überhaupt sollte man dahin streben, daß so wenig als nur möglich von diesen Stoffen in der Nähe menschlicher Wohnungen im Erdboden versickern und faulen können. So lange aber für eine gänzliche und schnelle Entfernung der Excremente nicht gesorgt ist, dient es zur Wohlfahrt, dieselben durch *Desinfection* (Verhinderung nicht blos des übeln Geruchs, sondern der Fäulniß) unschädlich zu machen. Von sämmtlichen zur Desinfection empfohlenen Mitteln, von denen es sehr viele giebt, scheint die *Carbolsäure* obenan zu stehen, denn kleine Mengen dieses Stoffes reichen hin, um leicht zersetzbare organische Stoffe wirklich vor Fäulniß zu bewahren*). Bei der Desinfection ist nun aber nicht blos auf die Abtrittsgruben, sondern auch auf das Mauerwerk, die Schläuche, Röhren oder Rinnen der Abtritte, sowie auf Nachtstühle und alle Behälter für Excremente gehörig Rücksicht zu nehmen, denn sehr oft sind diese so mit Cloakenstoffen durchzogen, halb vermodert und in Verwesung begriffen, daß von ihnen die Entwickelung schädlicher Gase ausgeht. Es sollten eigentlich hölzerne Abtrittsröhren gar nicht mehr geduldet, sondern nur solche aus Stein (Bohr- und Rinnstein) oder aus gebrannter Krugmasse (Steinzeug) oder Gußeisen verwendet werden.

Auch auf die Construction der *Abtritte*, besonders aber der Abtritt- und Düngergruben, ist ganz besondere Aufmerksamkeit zu verwenden. Letztere

*) Die Vorschriften zur Herstellung der Desinfectionsmittel nach der deutschen chemischen Gesellschaft zu Berlin sind: **Lösung von übermangansaurem Kali** soll enthalten: 1 Theil des reinen Salzes in 100 Theilen Wasser; wenn nur rohes Salz vorhanden, sind 5 bis 10 Theile zu nehmen; wirkt desinficirend auf Flüssigkeiten; bei festen Massen nur an der Oberfläche. — **Carbolsäurewasser** wird erhalten durch Lösung von 1 Theil reiner krystallisirter Carbolsäure (die durch Einstellen des Gefäßes in warmes Wasser flüssig wird in 100 Theilen Wasser. Rohe Carbolsäure — deren Werth sehr unbestimmt — ist in mindestens doppelter Menge zu nehmen. — **Carbolsäurepulver** wird hergestellt durch Vermengen von 100 Theilen Torf, Gyps, Erde, Sand, Sägemehl, Kohlenpulver mit 1 Theil Carbolsäure, die vorher mit Wasser angerührt wurde. Hierfür rohe Carbolsäure (mindestens doppelte Menge) zu empfehlen. — **Carbolsäuresalze** sind in doppeltem Verhältniß der Säure anzuwenden. — **Tünchen mit Carbolsäure**: 1 Theil Carbolsäure mit 100 Theilen Kalkmilch zu mischen. — **Chlorkalk-Lösung** soll 1 Theil in 100 Theilen Wasser enthalten. — **Lösungen von Eisenvitriol und anderen Metallsalzen** werden durch Ansetzen von Wasser mit einem Ueberschuß des betreffenden Salzes und häufiges Umrühren gewonnen. — **Süvern'sche Masse**: 100 Theile gelöschter Kalk, 15 Theile Steinkohlentheer und 15 Theile Chlormagnesium mit Wasser.

dürfen durchaus nicht, wie bei Schwindgruben, solche Wände haben, welche den flüssigen und gasförmigen Grubeninhalt hindurch in das benachbarte, besonders lockere und feuchte Erdreich nach anderen Häusern hin dringen lassen, sondern müssen aus dichtem Hausteine und nach allen Seiten hin von dem umgebenden Erdreiche durch eine Lehmschicht isolirt sein. Die Erfahrung hat ja gelehrt, daß diese austretenden und faulenden Cloakenstoffe zur Quelle intensiver Krankheitsheerde (z. B. der Cholera) werden können. Ebenso sind aber auch die mit verwesenden Excrementen-Theilen imprägnirten Nachtstühle und die Stellen der Wohnungen, wo diese gewöhnlich stehen, nicht gefahrlos. Es müssen deshalb die Nachtstühle von ausgezeichneter Construction, mit Wasserverschluß versehen und überaus sauber gehalten sein, wenn sie in den Wohnungen nicht Nachtheil bringen sollen.

Durch die Abtritte stehen die Häuser meistens mit den Abtrittgruben in directer Luftverbindung; dasselbe ist der Fall in Küchen, deren Ausgüsse in unterirdische Kanäle münden. Zumal im Winter übt das warme Haus einen Zug auf alle die Gase aus, welche diesen ekelhaften Orten entstammen. Nur die wenigsten Menschen machen sich einen richtigen Begriff davon, welche Mengen von Fäulnißgasen auf diese Weise täglich und stündlich freien Zutritt in unsere Wohnungen haben können. Man hat berechnet, daß eine nur zur Hälfte angefüllte Grube mittlerer Größe, von etwa 6 Cubikmeter Inhalt, in 24 Stunden $3^1/_2$ Kilogramm, also über 3000 Liter Fäulnißproducte an die darüber befindliche Luft abgiebt. Das sicherste Mittel, die Abtritts- und Gossenluft aus den Wohnräumen abzuhalten, besteht in einem Wasserverschluß (man läßt das Rohr des Ausgusses nicht frei in die Luft, sondern in eine Schüssel einmünden oder bringt am Ausflusse eine S-förmig gebogene Röhre an, in der stets ein gewisses Maß Wasser zurückbleibt und die Röhre gegen die äußere Luft abschließt; bei Abtritten das bekannte Wassercloset). Zur künstlichen Ventilation der Abtritträume empfiehlt Pettenkofer, den Abtritt als einen eigenen Zugkamin zu construiren, welcher in einer möglichst luftdicht schließenden Röhre vom Erdgeschoß durch das ganze Haus bis über das Dach geführt ist. In diese Hauptröhre münden in allen Stockwerken die Abtritte ein, deren Oeffnungen möglichst gut verschlossen werden müssen. In dem obersten Abtritte muß, und zwar in der Röhre selbst, eine Flamme die Luft so weit erwärmen, daß die äußere Luft von allen Seiten, also auch durch die Abtrittssitze, in sämmtlichen Stockwerken nach der Röhre zu drängt. Auch durch kleine Windmühlenflügel könnte die Ventilation der Abtrittröhre bewirkt werden. — Um weitere Verunreinigungen des Erdbodens durch Abfallwasser (Küchenwasser, Putz- oder Scheuerwasser, Waschwasser u. s. w.) zu verhüten, legt man, namentlich in größeren Orten, Kanalsysteme an. Zur Fortschaffung der Excremente aus den Ortschaften und Verhütung der Bodenverunreinigung wendet man entweder das Abfuhrsystem (mit beweglichen Tonnen und Verwerthung der Abfallstoffe für die Landwirthschaft) oder die Kanalisation an; die erstere Methode ist für große Städte sehr kostspielig und schwer durchführbar, die letztere kann durch die Verunreinigung der Flüsse nachtheilig werden und wird deshalb zweckmäßig mit der sogen. Berieselung (Leitung des Kanalinhaltes auf sogen. Rieselfelder) in Verbindung gebracht.

Das Hauptaugenmerk beim Baue und Beziehen menschlicher Wohnungen, wenn sie der Gesundheit ihrer Bewohner nicht nachtheilig sein sollen, muß hiernach vorzüglich darauf mit gerichtet sein, daß sich weder schädliche Gase daselbst bilden, noch, von einem andern Orte herkommend, dort ansammeln können. Deshalb ist auf die Einrichtung der Abtritte, der Abtritts- und Düngergruben, auf die Beschaffenheit des Erdbodens und der Umgebung sehr zu achten. Man bedenke, daß

Verwesung und Fäulniß von Abfallwässern und Cloakenstoffen, die in den die Grube umgebenden Erdboden ausgesickert sind, das ganze Jahr hindurch, sowohl Winter als Sommer, fortgeht, denn die Temperaturveränderungen, welche die verschiedenen Jahreszeiten begleiten, und welche etwa durch ihre Höhe oder Tiefe den Zersetzungsproceß wesentlich modificiren können, erstrecken sich in unserm Klima kaum ein paar Fuß tief unter die Oberfläche. — Wie sich aber Gase im Boden leicht verbreiten können, davon geben die Erfahrungen bei Gasleitungen die deutlichsten Beispiele. Wie oft wurden nicht Menschen in Wohnungen, worin sich nicht ein einziges Gasrohr befand, krank und selbst getödtet, blos dadurch, daß ein in der Nachbarschaft liegendes Gasrohr einen Riß bekommen hatte und das im Erdboden ausströmende Gas mit der Grundluft in das Haus eindrang.

Das **Sonnenlicht** (s. S. 186), wohl außer mit Wärme auch noch mit Elektricität und Magnetismus im Vereine, wirkt wie auf alle organischen Gebilde auch auf den menschlichen Organismus fördernd und belebend ein. Man muß deshalb, zumal in kalten und gemäßigten Zonen, bei der Wahl einer Wohnung stets derjenigen den Vorzug geben, die ihre Lage gegen Süden oder Osten hat. Sonnenlose Wohnungen wirken ebenso wie anhaltende Nebel niederdrückend auf unser Gemüth, vermindern die Luft zu körperlicher wie geistiger Thätigkeit und führen leicht zu Blutarmuth, Bläsſe und mannigfachen Ernährungsstörungen; in Wohnungen, deren Front nach Norden oder Nordosten liegt, lebt es sich darum unheimlich und unbehaglich, die Wände werden nie recht trocken, die Luft ist in ihnen gewöhnlich dumpf und feucht. — Bei der **künstlichen Beleuchtung** (durch Talglichter, Wachs, Stearin- und Paraffinkerzen, Oel-, Solaröl-, Petroleum-Lampen, Leuchtgas) wird der Stubenluft nicht nur Sauerstoff entzogen, sondern auch, zumal bei unvollkommener Verbrennung, eine nicht unbedeutende Menge von diesem oder jenem schädlichen Gase (wie Kohlensäure, Kohlenwasserstoff und Kohlenoxydgas, mit etwas Fettsäuren, Essigsäure und übelriechenden brenzlichen Oelen) beigemischt, ebenso durch ausgeblasene Lichte und Lampen mit fortglimmendem Dochte (s. S. 577). Darum muß die Luft in stark und lange Zeit erleuchteten Räumen stets gehörig erneuert werden, namentlich bei Gasbeleuchtung, da eine Gasflamme der Luft ebenso viel fremde Gase mittheilt, als 5 erwachsene Menschen, und soviel Wärme als 9 Menschen. Die meisten Uebelstände der gegenwärtigen Beleuchtungsmethoden (lästige Strahlwärme, übermäßige Erhitzung und Verunreinigung der Luft, Explosionsgefahr, Veränderung der Farben) werden durch das immer mehr aufkommende elektrische Licht beseitigt; nur muß dasselbe durch Milchglasglocken entsprechend abgedämpft werden. — Früher enthielten die Wachs- und Stearinkerzen bisweilen Arsenik, jetzt wohl nur noch äußerst selten. Solche Kerzen zeichnen sich durch alabasterartige weiße

Farbe aus, haben auf dem Bruche ein mehr schwammiges als krystallinisch festes Gepräge und stoßen beim Verbrennen einen schwachen weißen Rauch aus.

Versuche von Dr. Erismann haben ergeben, daß das Petroleum bei guter Construction der Lampen der Atmosphäre nicht nur weniger Kohlensäure, sondern, was viel wichtiger ist, weniger Producte der unvollkommenen Verbrennung mittheilt als die übrigen Beleuchtungsmaterialien. Ebenso hat sich herausgestellt, daß Stearinkerzen, die gleiche Lichtstärke vorausgesetzt, die Luft am meisten verunreinigen, so daß die letztere hierbei verhältnißmäßig große Mengen von Kohlensäure und relativ viel unverbrannte Kohlenwasserstoffe enthält. Die Luftverunreinigung durch die Producte der unvollkommenen Verbrennung verhielt sich für Petroleum, Leuchtgas, Rüböl und Stearinkerzen wie 1:4:4:7.

Die **Temperatur** der bewohnten Räume muß stets eine mittlere — $14\frac{1}{2}$—16° R. oder 18—20° C., der Schlafzimmer 12° R. oder 16° C. — sein, da eine zu niedrige, ebenso wie eine zu hohe, Dispositionen zu Erkrankungen mannigfacher Art bedingt. — Bei der künstlichen Erwärmung oder **Heizung** der Zimmerluft, — die zugleich ein gutes Mittel für Lufterneuerung ist (indem sie einen Luftaustausch zwischen innen und außen durch Temperaturdifferenz veranlaßt, s. S. 684) und entweder unmittelbar durch offenes Feuer in Kaminen, oder mittelbar durch die (mittels Holz- oder Kohlenfeuer, Gasflammen, heißen Wasserdampf oder heiße Luft und heißes Wasser) erwärmten Flächen thönerner und eiserner Oefen oder Röhren bewerkstelligt wird — darf natürlich die Luft in ihrer Reinheit und in ihrem nothwendigen Feuchtigkeitsgrade nicht beeinträchtigt werden. Es müssen sonach die Verbrennungsproducte (d. s. schädliche Gasarten) so schnell als möglich durch Zugluft entfernt und die Brennmaterialien durch Zutritt der gehörigen Menge von Sauerstoff (also durch beständige Zufuhr reiner Luft von außen) so vollständig als nur möglich verbrannt werden. Es brauchen nun aber die verschiedenen Heizungsstoffe eine verschiedene Menge von Sauerstoff zu ihrer vollständigen Verbrennung und sie werden deshalb auch bei unvollständiger Verbrennung eine verschiedene Menge von Verbrennungsproducten liefern. Dann müssen ferner auch die Heizungsapparate nach der Beschaffenheit des Brennmaterials einen verschiedenen Zug haben.

Hinsichtlich der verschiedenen Heizapparate ist zu bemerken, daß die Kamine sich nur wenig für die Erwärmung bewohnter Räume eignen, weil sie fast ausschließlich nur durch Wärmestrahlung heizen, durch einseitige Erwärmung des Körpers leicht Störungen im Blutkreislauf erzeugen und zudem eine außerordentliche Verschwendung des Heizmaterials erheischen (etwa $^9/_{10}$ der entwickelten Wärme entweicht unbenutzt durch den Schornstein). Die eisernen Oefen, die entweder eine einfache (Kanonenöfen) oder doppelte Wandung (Mantel- oder Füllöfen) besitzen, werden zwar sehr schnell warm, heizen aber gleichfalls infolge ihrer bedeutenden Wärmestrahlung sehr ungleichmäßig und bewirken eine übermäßige Ueberhitzung und Trockenheit der Luft, welche leicht Kopfschmerzen und mancherlei andere Beschwerden erzeugt. Eine bessere Regulirung der Temperatur gestattet der sogen. Regulir-Füllofen, der

zugleich mit zweckmäßigen Ventilationsvorrichtungen versehen werden kann (Meidinger's Patentofen, Wolpert's Ventilationsofen). Am besten eignet sich aber für Wohnzimmer der aus Backsteinen oder Thonkacheln erbaute Zimmerofen, der seine aufgespeicherte Wärme weniger durch Strahlung, sondern vorwiegend durch Leitung an Luft, Wände und Möbel abgiebt und so dem Zimmer eine behagliche und gleichmäßige Temperatur verleiht. Für größere Räume und öffentliche Anstalten zieht man vielfach Centralheizungsanlagen vor, bei denen ein Ofen die Wärme für das ganze Gebäude erzeugt und die entwickelte Wärme entweder durch Luft oder durch Wasser oder durch Dampf nach den zu beheizenden Räumen geleitet wird. Die Luftheizung kann bei nicht ganz correkter Anlage zu große Austrocknung der Luft und eine sehr ungleiche Vertheilung der Wärme zur Folge haben; die Wasser- und Dampfheizung vermeiden diese Uebelstände, erfordern aber besondere Ventilationsvorrichtungen, deren die Luftheizung nicht bedarf.

Ein Brennmaterial, welches zu seinem vollständigen Verbrennen mehr Sauerstoff braucht als ein anderes, liefert auch mehr Wärme als dieses (oder: ein brennbarer Körper giebt um so mehr Wärme, je mehr Sauerstoff zu seinem Verbrennen erforderlich ist). Bezeichnet man z. B. die beim Verbrennen eines guten, trockenen Holzes gebildete Wärme = 3, so beträgt sie bei derselben Quantität Torf 4, bei Steinkohlen 6, bei Holzkohlen 7 und bei Coaks nahezu 8. Es muß demnach auch ein mit Kohlen geheizter Ofen mehr Zug haben, als ein mit Holz geheizter u. s. f. — Was die gasförmigen Verbrennungsproducte (auch unter dem Namen „Kohlendunst, Kohlengas" zusammengefaßt) betrifft, so bestehen sie vorzugsweise aus Kohlensäure und Kohlenoxydgas mit wenigem Kohlenwasserstoffgas (s. S. 540). Ihre Menge ist am größten bei Stein- und Holzkohle, weniger bei Coaks und Torf, am geringsten bei trockenem Holz. Der Rauch, welcher sich bei unvollkommener Verbrennung (in schlechten Heizapparaten) bildet, besteht aus unverbrannter Kohle mit Wasserstoff-, Kohlenwasserstoff-, Kohlensäure-, Kohlenoxyd- und Wassergas, und da er schwerer als die atmosphärische Luft, so steigt er nicht von selbst auf, sondern wird durch die erhitzte leichtere, aufsteigende Luft fortgerissen. Ist nun aber die Hitze im Heizungsapparate oder im Rauchfang nicht groß genug, um jene Kohlenwasserstoffverbindungen zu verbrennen, so zersetzen sie sich und es scheidet sich jetzt viel Ruß oder fein zertheilte Kohle ab. Erstickungstod durch Kohlengase wird am häufigsten durch die Kohlensäure und das Kohlenoxydgas herbeigeführt; von letzterem braucht die Zimmerluft nur $\frac{1}{2}$—$1\%$, von ersterer 10—$12\%$ zu enthalten, um Erstickungsgefahr zu veranlassen. Beide Gasarten bilden sich, wenn Holz oder Kohlen unvollständig und langsam, mit erstickter Flamme verbrennen, also bei unzureichender Luftzufuhr, in schlechtziehenden Heizapparaten. Natürlich können sie nur gefährlich werden, wenn sie, statt nach dem Schornsteine hin zu entweichen und in diesem aufzusteigen, in das Zimmer treten. Dies geschieht vorwiegend, wenn die Ofenrohre durch Ruß verstopft oder die Ofenklappen vorzeitig bei noch brennendem und glimmendem Feuer geschlossen werden. Selbst in ungeheizten Zimmern kann Erstickung durch Kohlendunst vorkommen, wenn die Ofenrohre oder Rauchfänge derselben mit denjenigen eines höhern oder untern Stockwerks, aus welchem Verbrennungsgase entweichen, in offener Verbindung stehen. Das Heizen der Zimmer mit glühenden Kohlen auf offenen Becken ist ganz verwerflich; ebenso sollten die Ofenklappen gänzlich verboten und überall durch luftdicht schließende Ofenthüren ersetzt werden.

Trockenheit ist ein Haupterforderniß einer gesunden Wohnung; der längere Aufenthalt in feuchten, zumal kalten Localitäten (mit nassen Wänden, frisch gescheuertem Fußboden, trocknender Wäsche) ist stets

nachtheilig. Niemals sollte man eine Wohnung beziehen, die, wenn sie einige Stunden geschlossen war, beim Oeffnen mehr Feuchtigkeit als die äußere Luft besitzt, oder in welcher Gegenstände regelmäßig stockigt werden und verschimmeln. Die Hauptwirkung einer feuchten Zimmerluft (s. S. 683) ist zuvörderst auf die Haut- und Lungenausdünstung gerichtet, sodann aber auch auf den Athmungsproceß und die Wärmeentwickelung. Je mehr nämlich die Luft von Wassergas gesättigt ist, desto weniger ist sie zur weiteren Aufnahme eines solchen, also auch zur Aufnahme des aus unserm Körper verdünstenden Wassers geneigt. Eine Störung dieser Verdunstungsprocesse ruft aber mannigfache Nachtheile hervor; zunächst eine Erschwerung der Abkühlung unseres Körpers, sodann eine Herabsetzung der für das Blutleben äußerst wichtigen Hautthätigkeit (s. S. 549) und überhaupt eine mangelhafte Blutreinigung. Durch den dauernden Aufenthalt in feuchten Wohnräumen werden am häufigsten Rheumatismen, Katarrhe und schwere Nierenleiden erzeugt. Eine feuchtwarme Luft, die in gleichem Verhältnisse mit ihrer Wärme und ihrem Gehalt an Wassergas an Ausdehnung zugenommen hat und also dünner und leichter geworden ist, muß deshalb dem Athmungsprocesse und Blute noch dadurch schädlich werden, daß sie den Lungen weniger Sauerstoff zuführt. Eine feuchtkalte Luft dagegen ist insofern schädlicher als die feuchtwarme, als sie durch ihren Gehalt an Wasserdunst ein besserer Wärmeleiter geworden ist und deshalb unserm Körper zuviel Wärme entzieht. — Uebermäßige Trockenheit der Zimmerluft, wie sie bei der Luft- und mancher anderen Heizung vorkommt, wirkt natürlich ebenfalls schädlich und es müssen deshalb bei trockenwarmer Luft im Zimmer Gefäße mit Wasser auf den Ofen gestellt oder nasse Tücher aufgehangen sowie die Fenster fleißig geöffnet werden.

Die Nachtheile einer Wohnung mit feuchten Wänden sind Verhinderung der durch trockene Wände stattfindenden freiwilligen Ventilation (s. S. 683), Abkühlung und Feuchtwerden der Zimmerluft in Folge der fortwährenden Verdunstung des Wassers aus den Wänden; Verminderung der Haut- und Lungenausdünstung; Niederschlag von Wasser und Durchnässung der Gegenstände (zumal Kleidungsstücke, Bücher, Betten) im Zimmer in Folge der Verdichtung des Wasserdampfes. — Als Prüfungsmittel für die Feuchtigkeit der Wände eines Zimmers hat man folgendes Verfahren empfohlen: man befestigt ein kleines und offenes, mit geglühtem Chlorkalk gefülltes Gefäß an die zu untersuchende Wand in der Weise, daß man dasselbe in eine halbe Hohlkugel von Glas setzt, die durch Glaserkitt an die Wand geheftet wird. Da dieser Kalk, der vorher genau gewogen werden muß, sehr begierig Wasser an sich zieht, so wird er nach einiger Zeit beim abermaligen Wiegen schwerer sein und aus diesem Gewichte läßt sich dann berechnen, wie viel Wasserdunst die Wand liefert. Wenn in einem Tage über 4 Loth Wasser auf 1000 Kubikfuß Zimmerraum ausgedünstet wird, dann ist das Zimmer ungesund. Einfacher ist die Untersuchung, wenn man in mehreren Theilen des Hauses kleine Mörtelstücke von dem innern Bewurfe absprengt und sie von einem Chemiker darauf untersuchen läßt, wie viel verdunstbares Wasser der Mörtel noch enthält; 4—5 Gewichts-Proc. Wasser bezeichnen die

Grenze zwischen trockener und feuchter Wand. — Nicht selten sind die Keller die Hauptquellen der Feuchtigkeit der Wohnung; hier muß in denselben eine gute Ventilation angebracht und etwaige Brunnen oder Senkgruben im Keller müssen zugeschüttet werden.

Geölte, gestrichene oder gebohnte Fußböden sind den gewöhnlichen weißen Dielen, die leicht von flüssigen Stoffen, Wasser, durchdrungen werden, nach dem Scheuern schwer trocknen und so zur Erkältung Veranlassung geben, entschieden vorzuziehen. Sie können täglich feucht gereinigt werden, ohne daß man ein lästiges Feuchtbleiben zu befürchten hat. Dieses tägliche Reinigen des Fußbodens mittels nasser Tücher erfrischt die Luft, während beim trockenen Kehren sehr viel Staub aufgewirbelt wird. Ein Belegen des ganzen Zimmerbodens mit Teppichen ist ungesund, weil sich unter den Teppichen, wenn sie nicht sehr häufig gereinigt werden, sehr viel Staub und Schmutz ablagert, der beim Gehen aufgejagt und eingeathmet wird, wohl auch durch Gährung und organische Zersetzung Anlaß zu Erkrankung giebt. Man wählt daher besser kleine leicht zu reinigende Teppiche, Stroh- oder Bastmatten, die man da ausbreitet, wo man sitzt. Die sogen. Linoleum-Teppiche (wasserdichte Korkmasse auf Segeltuch) sind sehr zu empfehlen, weil sie keinen Staub durch sich hindurchlassen und dabei warm und dauerhaft sind.

Der Anstrich der Zimmerwände mit giftigen Farben sowie giftige Tapeten können der Gesundheit großen Schaden bringen. Besonders leicht kann Vergiftung stattfinden durch das Einathmen der mechanisch (beim Abreißen, Aufkleben und Abreiben, Reinigen mit Brod) abgekratzten und im Zimmerstaub aufgewirbelten Theilchen der giftigen Farbe, und dies wird viel leichter bei Leimfarbenanstrich und Tapeten, schwerer bei der festhaftenden Oelfarbe der Fall sein. Die letztere verhindert aber leicht, wie wir oben sahen, die Durchgängigkeit der Mauern für Luft, weshalb Anstrich mit Kalkfarben entschieden vorzuziehen ist. Vorzüglich gefährlich sind die arsenik- und kupferhaltigen Farben, wie das sogenannte Schweinfurter, Scheel'sche Grün und das Cochenilleroth. Auch in dunkelrothen (dem pompejanischen Roth ähnlichen) Tapeten hat man bedeutende Mengen Arsenik gefunden. Schöngrüner Anstrich der Wände, der Tapeten und Fenstervorsetzer, Fliegenschränke, Speiseglocken u. s. w. muß stets den Verdacht und die Untersuchung auf giftige Farbe veranlassen (s. S. 675). Auch mit Arsenik behandelte ausgestopfte Thiere, wie sie häufig zur Zierde in Wohnungen zu finden sind, können schädlich werden, besonders wenn sie erst vor Kurzem ausgestopft und öfters gebürstet wurden.

II. Die **Gegend**, in welcher der Mensch seine Wohnstätte hat, kann je nach ihrer Beschaffenheit hinsichtlich der Temperatur und ihres Wechsels, der Trockenheit und Feuchtigkeit, des Regens und der Winde) einen verschiedenen, mehr oder weniger günstigen oder auch nachtheiligen

Einfluß auf den menschlichen Organismus ausüben. Es verhält sich hier wie mit den Wohnungen im Kleinen und wie mit den verschiedenen Klimaten im Großen. Hauptsächlich kommt es darauf an, ob die Wohnstätte ihre Lage nach dieser oder jener Himmelsgegend, in der Höhe, auf Bergen oder im Thale, in der Nähe von großen Gewässern oder tief im Lande, auf sumpfigem oder trockenem und felsigem Boden hat.

Von der Lage eines Ortes nach dieser oder jener **Himmelsgegend** hängt im Wesentlichen der Einfluß der Sonne und des Windes, also der Wärme- und Feuchtigkeitsgrad ab. — Die Lage gegen Süden muß unter sonst gleichen Umständen als die wärmste gelten, und da durch die höhere Wärme die Verdunstung des Wassers befördert wird, so muß die Luft relativ feuchter sein. Da nun mit der südlichen Lage auch häufigere und stärkere Schwankungen der Temperatur (besonders zwischen Tag und Nacht) gegeben sind, so kommt es bei der häufigen, oft sehr raschen und bedeutenden Abkühlung der Luft und des Bodens leicht zu Nebel und Regen (besonders gegen Abend und in der Nacht). Deshalb soll man sich in diesem Falle mit Hülfe passender Kleidung und rechten Verhaltens während der Nacht vor jenem schnellen Temperaturwechsel und vor der Feuchtigkeit gehörig schützen. — Mit der Lage gegen Norden ist eine niedrigere Temperatur, aber auch eine größere Gleichförmigkeit der Witterung gegeben; die Luft ist im Allgemeinen trockener und klarer, helle Tage sind häufiger. — Die Lage gegen Ost nähert sich in ihrer Beschaffenheit der gegen Norden, die gegen West mehr der südlichen; im Allgemeinen halten sie die Mitte zwischen jenen.

Die Lage der Wohnung auf Höhen, im Flachen oder im Thale bedingt verschiedene Zustände unseres Körpers, je nachdem die Luft, die Temperatur und Witterung derselben eine verschiedene Beschaffenheit haben. In Ebenen ist die Luft im Allgemeinen trockner, die Temperatur und Witterung zeigt nicht so leicht größere und rasche Schwankungen. Auf Hochebenen wird nach der Höhe ihrer Lage die Luft immer dünner und leichter, reiner und klarer, sowie trockner. Der Contrast der Wärme zwischen Tag- und Nachtzeit ist hier, zumal auf hochgelegenen Plateaus der wärmeren Himmelsstriche am bedeutendsten. — Auf höheren Bergen ist im Allgemeinen die Luft noch leichter, dünner, reiner und trockner, die Temperatur geringer, das Licht stärker und ebenso die elektrische Spannung. Häufig und rasch treten Temperatur- und Witterungswechsel ein, dazu beständige Schwankungen in den Luftströmungen (Winden) und in der Feuchtigkeit, deshalb die häufigen Nebel, Regen und Schneefälle. Infolge seiner verdünnten Luft, seiner kühleren Temperatur, der größeren Trockenheit und Reinheit der Atmosphäre wirkt das Bergklima sehr erregend: Athmung und Kreislauf gehen leichter von Statten, der Stoffwechsel wird

beschleunigt und infolge hiervon ist bald das Gefühl des Wohlbefindens, größere Leichtigkeit und Raschheit der Bewegungen sowie größere Lebhaftigkeit des Geistes zu bemerken. — In Thälern wird die Luft nach der Enge oder Weite, sowie nach der Richtung des Thales durch den Einfluß des einfallenden Sonnenlichts mehr oder weniger erwärmt und mit Sonnenuntergang schneller oder langsamer abgekühlt und in verschiedenem Grade durchfeuchtet; die Strömung derselben ist bei engen Thälern sehr gering und sie schwängert sich deshalb leicht mit Ausdünstungsstoffen jeglicher Art, besonders in ihren unteren Schichten. Münden enge Thäler in Ebenen oder weite Flußthäler aus, so zieht Abends die in Folge der raschen Abkühlung kälter und dichter gewordene Luft der Schluchten in die Ebene hinein, den sogen. Thalwind erzeugend, während es sich Morgens umgekehrt zu verhalten pflegt. In weiteren Thälern, besonders wenn sie von Flüssen durchzogen, findet stets eine ziemlich starke Luftströmung statt, die hier wesentlich zur Reinigung der Luft beiträgt. — Die Gegenden in der Nähe großer Gewässer besitzen eine milde, warme, aber in Folge der Verdunstung des Wassers feuchte Luft und deshalb entstehen hier (bei jeder Abkühlung durch kalte Winde, Abends, Morgens und in der kalten Jahreszeit) leicht Nebel, Thau und Regen. Besonders eigenartig sind die Witterungsverhältnisse der Inseln und Meeresküsten, die sich durch größere Gleichmäßigkeit der Temperatur neben hohem Luftdruck und großer Feuchtigkeit auszeichnen; die Unterschiede zwischen Tag und Nacht, zwischen Sommer und Winter sind hier geringer, weil das Meer bei Tage viel mehr Wärme absorbirt (die Wärmestrahlen dringen in die Tiefe, während sie auf dem Festlande nur die Oberfläche erhitzen und von ihr zurückgestrahlt werden), weil ferner gleichzeitig durch die reichliche Verdunstung Wärme verbraucht (latent) und bei Nacht die Abkühlung der Meeresoberfläche (die Ausstrahlung in den Himmelsraum) durch eine beträchtliche Dunstlage beschränkt wird. Dazu kommt vielfach die Einwirkung warmer Meeresströmungen, wie des Golfstroms, welche in höheren Breiten laue Winter und kühle Sommer bringen. Wegen der besseren Wärmeleitungsfähigkeit der feuchten Seeluft ist der Körper durch wollene Kleidung gehörig zu schützen. — Wohnungen in dichten Waldungen oder auch schon zwischen dichten Baumgruppen sind wegen der hier herrschenden Feuchtigkeit nicht gesund, wohl ist aber Wald in einiger Entfernung in mancherlei Hinsicht (besonders wegen des Schutzes gegen Wind und große Hitze) von Vortheil. Waldreiche Gegenden haben einen kühleren Sommer und einen wärmeren Winter als waldarme, auch sind die Tagesschwankungen der Wärme im Walde geringer, weil der Wald die nächtliche Strahlung des Bodens wie der Blätter so modificirt, daß die über dem Waldboden ruhenden Luftschichten wärmer bleiben als die über kahlem Boden, Feld oder Wiese. — Sumpfige Gegenden,

wo gleichzeitig mit Wasserdunst die Producte der Fäulniß pflanzlicher und thierischer Stoffe die Luft verunreinigen, sind am ungesundesten und geben zu Sumpffieber und anderen Krankheiten Veranlassung. — Daß das Wohnen in der Nähe von Anstalten (Fabriken, Hüttenwerken u. s. w.), aus welchen der Gesundheit schädliche gas-, dampf- oder staubförmige Stoffe sich entwickeln, der Gesundheit nachtheilig sein muß, versteht sich von selbst.

III. Das **Klima** (der Inbegriff aller Eigenschaften und Zustände des Luftkreises sowohl als des Erdbodens und seiner Gewässer, wie sie, freilich mit vielen Verschiedenheiten im Einzelnen und mit häufigen Uebergängen ineinander, einem bald größern bald kleinern Theil der Erdoberfläche zukommen) äußert ebenfalls einen nicht unbedeutenden Einfluß auf das Befinden des Menschen, und dieser hängt zunächst immer von den hier herrschenden Wärmegraden ab. Für unsere Zwecke genügt es daher, wenn wir die Klimate in heiße, kalte und gemäßigte scheiden. Das Maß der Wärme für ein Land oder einen Ort hängt aber nicht allein von seiner geographischen Lage, d. h. von seinem Abstande vom Aequator (dem mathematischen Klima) ab, sondern es wird noch beeinflußt durch die Verschiedenheiten, welche bezüglich seiner Höhe über dem Meere, seiner Lage und Beziehung zu Gewässern (besonders zu Meeren), seines Bodens, Vegetations- und Culturzustandes bestehen. Alle diese Umstände bedingen erst das wirkliche Klima eines Ortes und es kann demnach an Orten, die auf ein und demselben Breitegrade liegen, doch eine wesentliche Verschiedenheit bezüglich des Klimas bestehen, wie denn auch die Isothermen (Linien auf Landkarten, welche die Orte mit gleichem Klima verbinden) den Breitegraden nicht parallel laufen. Im Allgemeinen kommt den Gegenden zwischen den Wendekreisen das heißeste oder Tropenklima zu; von hier wird das Klima gegen die beiden Pole zu allmählich gemäßigter und erreicht endlich den höchsten Grad der Kälte in der nächsten Umgebung der Pole. Natürlich giebt es eine Menge von Uebergängen und Zwischenstufen. Die heiße Zone umfaßt 49%, also fast die Hälfte, die gemäßigte 39%, die kalte nur 12% der gesammten Erdoberfläche.

Europa (der einzige Erdtheil, welcher nirgends die heiße Zone berührt) hat man specieller in 5 klimatische Zonen eingetheilt: 1) die heißeste, dem Tropenklima sich nähernde Zone begreift die Hämushalbinsel, die pyrenäische Halbinsel und den südlichen Theil Italiens und Frankreichs, sowie die Krim u. a. in sich. Hier ist der Winter, in dem es selten oder höchstens nur auf sehr kurze Zeit zu Schnee und Eis kommt, kurz und mild, der Sommer ist heiß und trocken, der Frühling gleichförmig mild und warm. — 2) Gemäßigte warme Zone: Oberitalien, Frankreich, Süd-Deutschland, Ungarn, Rumänien, Bulgarien, Süd-Rußland. Hier ist der Sommer mäßig warm und der Winter mäßig kalt, Herbst und Frühling (wie überhaupt die Witterung das ganze Jahr hindurch) mit raschen Uebergängen schnell und oft wechselnd. — 3) Gemäßigte kalte Zone: Süd-Polen, Nord-Deutschland, Niederlande, England, Irland. Der Winter ist hier länger und rauher (hier und da nur durch die

Nähe des Meeres gemildert), der Sommer kürzer und mäßig warm, Frühling und Herbst länger und kühl. — 4) Die kalte Zone: Nord-Schottland, Norwegen, Schweden, Dänemark, Kur- und Livland, Nord-Polen, Groß-Rußland. Der Winter ist lang und streng, der Sommer kurz aber heiß, Frühling und Herbst äußerst kurz, fast nicht vorhanden. — 5) Polare Zone: der nördliche Theil von Norwegen, Schweden und Lappland. (Island besitzt als Insel ein milderes und gleichförmigeres Klima.) In der polaren Zone herrscht fast nur Winter; Eis und Schnee decken den größten Theil des Jahres die Erde.

Das **heiße** oder **Tropenklima** wirkt hauptsächlich durch seine hohe und anhaltende Wärme (mit einer mittleren Temperatur von + 16—20° R. = 20—30° C.) auf den menschlichen Körper ein. Es wird hier, der durch die Hitze verdünnten Luft wegen, weniger Sauerstoff eingeathmet und deshalb das Blutleben, sowie die Energie der zu ihrer Ernährung vorzugsweise sauerstoffreiches Blut bedürftigen Gewebe (Nerven und Muskeln) herabgesetzt. Bei der Ernährung unseres Körpers in einem heißen Klima ist also vor Allem der Genuß solcher Nahrungsstoffe zu beschränken, welche vorzugsweise zur Entwickelung unserer Eigenwärme dienen (s. S. 191) und viel Sauerstoff zu ihrer Verbrennung brauchen, wie die stickstofflosen Substanzen (Fette und Kohlenhydrate, s. S. 423). Vorzüglich ist vor Spirituosen, übermäßigem Fleischgenuß und geschlechtlichen Excessen zu warnen, besonders aber der Blutlauf durch die Pfortader und Leber gehörig zu befördern (s. S. 537). — Da ferner der Ausdünstungsproceß durch Haut und Lungen sehr gesteigert wird, so ist dem Blute stets die gehörige Menge Wasser zuzuführen, dabei aber die Vorsicht zu gebrauchen, daß das Getränk nicht zu kalt genossen werde, weil sonst leicht gefährliche Magen- und Darmkatarrhe (Cholera, Gelbsucht) entstehen. — Da zwischen Tag- und Nachtzeit nicht unbedeutende Temperatur-Differenzen existiren, so hat man sich während der Nacht vor Erkältung (zumal des Bauches durch eine leichte Binde) zu schützen, damit nicht lebensgefährliche Darmaffectionen (Ruhr, Cholera und rheumatische Leiden) hervorgerufen werden. Das Schlafen im Freien vermeide man und trage Kleider aus Stoffen, die schlechte Wärmeleiter sind (s. S. 563). — In Folge der heftigen Regenströme entsteht eine die Fäulniß organischer Substanzen sehr begünstigende feuchte Wärme und dadurch eine Sumpfluft, die sehr bösartige Fieber (Klima- oder Sumpffieber, Malaria) erzeugt. Deshalb sind Orte, wo solche Fieber leicht und in großer Heftigkeit auftreten können, zu fliehen, wie niedrige, sumpfige Gegenden, den Ueberschwemmungen ausgesetzte Stellen und dergl.

Das Charakteristische des Tropenklimas ist, daß eigentlich nur zwei Jahreszeiten existiren, nämlich eine heiße, trockne Jahreszeit (der Tropensommer, welche von Mitte März bis October dauert) und eine Regenzeit (der Tropenwinter). Zwischen beide fallen sehr kurze Uebergangszeiten, die unserm Frühling und Herbst entsprechen, in denen aber die Wärme nur wenig sinkt. Natürlich verhalten sich hierin die verschiedenen Länder der Tropenzone in Etwas verschieden. — In der Tropenzone, zu welcher kein Theil des europäischen Festlandes gehört, liegen etwa folgende Länder: ganz

Afrika (höchstens mit Ausnahme der Nordküste); die zwischen den Wendekreisen liegenden Inseln, besonders die des indischen und stillen Oceans (Sumatra, Borneo und die übrigen Sunda-Inseln, Philippinen, Molukken); der Süden von Asien (Arabien, Vorderindien und Hinterindien), ein kleiner Theil von China; die Hälfte von Neuholland; fast ganz Süd-Amerika; die Antillen (Westindien); Cuba, Jamaika, Haiti, die östlichen und westlichen Küstengegenden von Guatemala und Mexico, wie die südlichsten Staaten des nordamerikanischen Festlandes.

Die Acclimatisation im Tropenklima, welche für den Nordländer und kräftigen Fleischesser weit schwieriger als für den Südländer ist, verlangt folgende Vorsichtsmaßregeln: Schon vor dem Uebersiedeln in dieses Klima muß sich der Auswanderer längere Zeit in diätetischer Beziehung dazu vorbereiten; er muß seine Nahrung an Menge und Nahrhaftigkeit herabsetzen, die Fleischnahrung mit milder und überwiegend vegetabilischer Kost vertauschen, schwerverdauliche und reizende Stoffe (Gewürze, Spirituosen) vermeiden, Alles unterlassen, was Körper und Geist schwächen könnte (Excesse aller Art, große Anstrengungen und Aufregungen u. s. w.). Ist es möglich, so muß er einen allmählichen Uebergang in das heiße Klima, zumal in die ungesunden Gegenden desselben, machen und sich lieber einige Zeit auf Zwischenstationen (in Süd-Italien, in der Levante, Madeira auf den Canarien-Inseln, am Cap) aufhalten. Im Tropenlande selbst, wo man in der kühlsten und gesundesten Zeit anzukommen suchen muß wähle man sich, wenigstens im Anfang, einen möglichst gesunden Aufenthaltsort; man vermeide alle flachen Küstengegenden, Sumpfland, Flußland und Thäler, Seehäfen, Prairien, selbst größere Städte und suche kühlere, trockene, besonders aber hochgelegene Gegenden auf, welche erfrischenden Winden zugänglich, vor ungesunden aber geschützt sind. Jedenfalls wähle man seine Wohnung fern von stehenden Wässern und Morästen, von trägen Flüssen und Küsten und so, daß der Wind von diesen Gewässern her die Wohnung nicht treffen kann. Die sorgfältigste Regulirung aller Lebensverhältnisse ist aber nebenbei durchaus unerläßlich. Hinsichtlich der Diät halte man sich an eine möglichst einfache, leicht verdauliche und mäßige Kost, mehr an Nahrungsmittel aus dem Pflanzen- als aus dem Thierreiche. Man hungere nie und überlade den Magen nie, vermeide stark gewürzte Speisen und Spirituosa. Die Kleidung sei weit und von Wolle oder Baumwolle, der Kopf werde durch eine leichte Bedeckung gehörig vor der Sonne geschützt, der Bauch, besonders in der Nacht, durch eine Binde stets warm gehalten. Nie setze man sich einer Erkältung, einem Frost und Thau oder kühlenden Winden aus und schlafe nie im Freien. Aufregungen jeglicher Art sind, zumal während der heißesten Jahreszeit, zu vermeiden. Allmählich nur darf zu einer mehr stoffreicheren und reizenderen Diät übergegangen werden. Ganz besonders hat sich der Ankömmling in der heißen Zone, in welcher der Trieb des Fleisches mächtiger als der gute Vorsatz zu sein pflegt, vor geschlechtlichen Excessen in Acht zu nehmen; Mäßigkeit im Genuß und Beständigkeit in der Wahl der Gefährtin sind hier vor Allem geboten, wenn nicht bald durch Erschlaffung oder syphilitische Ansteckung die Reue als hinkender Bote folgen soll. — Erlauben es die Verhältnisse, dann suche man von Zeit zu Zeit kühlere oder höher gelegene Orte der Tropenzone auf und ändere während der ungesundesten Jahreszeit seinen Wohnort. Stellen sich, wie gewöhnlich nach 5—10 Jahren, deutliche Zeichen des Verfalles und Unwohlseins ein, dann gehe der Europäer ja wieder heim, aber auch wieder mit gehöriger Vorsicht, denn er muß sich nun hier wieder acclimatisiren. — In der heißen Zone wird der Europäer nur dann ebenso leistungsfähig sein können, wie in seiner Heimath, wenn er Mittel findet sich gehörig zu entwärmen, was weit schwieriger ist, als sich zu erwärmen. Denn da seine Leistungsfähigkeit von einem bestimmten Stoffverbrauche abhängig ist, dieser aber unvermeidlich eine

bestimmte Menge von Wärme erzeugt, welche, wenn sie nicht zu hoch steigen und schaden soll, regelmäßig aus dem Körper abfließen muß, aber im heißen Klima nicht so wie im kalten abfließen kann, so muß er eben auf künstlichen Abfluß derselben bedacht sein. Hierzu eignen sich am besten kühle Kleidung, kühle Waschungen und lauwarme Bäder (von 20° R.), am besten des Morgens genommen; dagegen ist vor dem Gebrauch der Seebäder in den Tropen zu warnen, da durch sie leicht Hautkrankheiten und Nervosität entstehen. Die reichen Engländer in Indien bauen sich für den Zweck der Wärmeentziehung Häuser mit dicken Mauern und großen Quadern, weil diese während der heißeren Jahreszeit sich nur wenig über die mittlere Temperatur des Jahres erwärmen und die Luft und Personen im Innern abkühlen.

Das **Polarklima** (arktische und kalte Zone) hat als die wichtigsten, auf den menschlichen Körper einwirkenden Momente, die niedrige Temperatur und die lange Nacht, also den Mangel an Wärme und Licht. Der größere Theil des Jahres (gegen 9 Monate) ist in diesen Ländern Winter (in der eigentlichen Polarzone mit —16—24° R. =20—30° C.); der Sommer (Mai bis Juli), sehr kurz und von geringer Wärme (nur in den niederen Breiten oft heiß, wird durch Nachtfröste, Regen und kalte Winde gestört; Frühling und Herbst dauern blos einige Wochen, sind feucht, regnerisch und oft schneeig. In den Polarländern steigt die Sonne Monate lang gar nicht mehr über den Horizont und statt des eigentlichen Tageslichts findet sich nur noch eine Art Morgenröthe oder Dämmerung. Während alle elektrischen Eigenschaften und Vorgänge im Luftkreis (Gewitter nach den Polen zu immer mehr schwinden, treten magnetische Erscheinungen mit großer Intensität auf (wie das Nordlicht). Da ferner die kalte Luft der Verdunstung und Aufnahme des Wassers nicht günstig ist, so ist auch das meteorische Wasser, welches als Regen oder Schnee zur Erde fällt, nur in geringer Menge vorhanden (während es in den Tropen 8—10mal mehr beträgt); doch scheidet sich dasselbe um so leichter aus und daher dichte Nebel und Regen (Schnee) im ganzen Jahre. — Der Einfluß dieses kalten Klimas auf den Menschen ist zuvörderst auf die Athmung und den Athmungsapparat gerichtet. In der kalten dichten Luft schafft nämlich jeder Athemzug mehr Sauerstoff in die Lunge als in warmer, dünner Luft (s. S. 557), auch übt die Kälte eine reizende Wirkung auf die Athmungsschleimhaut aus und erregt daher leicht Entzündungen im Athmungsapparat. Wegen des größeren Sauerstoffgehaltes des Blutes gehen hier die Verbrennungsprocesse und die Eigenwärme-Bildung mit ungewöhnlicher Energie vor sich (s. S. 194). Deshalb verlangt der Körper auch eine größere Menge von Nahrungsmitteln, besonders von Fetten und Kohlenhydraten (s. S. 423).

Zur kalten Zone gehören alle Länder der alten wie neuen Welt, welche etwa vom 50.—60. Breitegrade bis zu den Polen hin liegen. In der nördlichen Polarzone finden sich: Island, der nördlichste Theil Nordamerikas, Norwegens und Schwedens, der Norden von Rußland (in Europa

und Asien), Grönland, Spitzbergen und alle im Polarmeere liegenden Inseln und Halbinseln. Auf der südlichen Halbkugel kommt der südlichen Spitze Amerikas, den Falklands Inseln, Süd-Shetland, Wilkesland, Sandwichsland und Südgeorgien ein kaltes Klima zu.

Beim Acclimatisiren in der kalten Zone, welches natürlich für einen Nordländer leichter als für einen Bewohner heißer Klimate sein muß, und im Allgemeinen leichter als in den Tropenländern (wo der Vorgang fast der entgegengesetzte ist) vor sich geht, muß das Hauptaugenmerk, der kalten Luft wegen, auf die Wärmebildung, den Athmungsproceß, die Haut (hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit und Thätigkeit) und den regen Stoffwechsel (Ernährungsproceß) gerichtet sein. Es bedarf hierbei keiner Vorbereitung und allmählicher Einwanderung (höchstens bei Schwächlichen und Kranken) wie bei der Acclimatisation im heißen Klima, nur suche man im Sommer anzukommen, vermeide jede Erkältung und Durchnässung (mittels passender Kleider, guter Wohnung, richtiger Nahrung, stärkerer Bewegung), hüte sich eisige Luft, zumal wenn man vorher warme einathmete und bei raschem Temperaturwechsel, tief in die Lunge zu ziehen und schütze letztere durch Zubinden des Mundes. Außerdem verlangt noch die Haut gehörig gepflegt und abgehärtet (s. S. 551), und das Sehorgan vor Wind, reflectirtem Licht und dergl. geschützt zu werden.

Das **gemäßigte Klima**, in welchem die verschiedenen Jahreszeiten deutlicher ausgeprägt sind, als in den heißen und kalten Zonen, und nur allmählich in einander übergehen, zeigt weder eine so hohe noch so tiefe Temperatur wie jene Zonen; der Kälte wie Wärme kommt hier ein gewisser regelmäßiger Wechsel im Laufe des Jahres, den verschiedenen Jahreszeiten selbst eine sehr bedeutende Wärmedifferenz zu (die Extreme der Temperatur im Sommer und im Winter liegen um 24—32° R. = 30—40° C. auseinander), auch treten im Verlaufe der einzelnen Jahreszeiten selbst bedeutende Schwankungen in der Temperatur ein, sogar während des einzelnen Tages. Die bedeutendsten und raschesten Wechsel der meteorologischen Vorgänge und der Temperatur fallen aber in den Frühling und Herbst. — Bei der großen Ausdehnung dieser Zone zeigt natürlich der klimatische Charakter ihrer Länder nicht blos je nach den Breitegraden, sondern auch je nach der Lage (im Innern des Landes oder am Meere, in der Ebene oder im Gebirge) und auch anderweitigen localen Verhältnissen (Bodenformation, Cultur- und Vegetationszustand) nicht unbedeutende Verschiedenheiten. Ebenso ist der Einfluß dieses Klimas auf den Menschen ein verschiedener, anders in den wärmeren, anders in kälteren Gegenden. Im Allgemeinen ist derselbe aber kein so ungünstiger wie in dem heißen und Polarklima. Wie hier in allen meteorologischen Verhältnissen keine scharf ausgeprägten Extreme nach irgend einer Seite hin hervortreten, so findet auch bei den Vorgängen innerhalb unseres Körpers ein gewisses Gleichgewicht statt. Deshalb sind für die Bewohner der gemäßigten Zone auch keine besonderen, sondern nur die allgemeinen Gesundheitsregeln zu beachten. Höchstens könnten die am meisten nach Süden und nach Norden Wohnenden sich in

ihrer Lebensweise in Etwas nach den Vorsichtsmaßregeln für die Tropen- und Polarzone richten.

Das gemäßigte Klima kommt so ziemlich allen Ländern und Inseln zu, welche in der Mitte liegen zwischen Wende- und Polarkreisen, also etwa vom 35. bis 55. Breitegrade auf der nördlichen wie südlichen Halbkugel. Europa gehört fast ganz hierher, bis auf die nördlichsten und einzelne der südlichsten Regionen; von Asien der ganze westliche Theil, Kleinasien, ein großer Theil Persiens, der Tartarei und Mongolei, des nördlichen China und der japanesischen Inselgruppen; von der neuen Welt gehören hierher: die meisten vereinigten Staaten Nordamerikas, das südliche Canada, die Hochebenen Mexicos, Neugranadas, Chili, Bolivia, ein großer Theil der La Plata-Staaten und Patagoniens.

Das Klima Deutschlands ist ein mildes und mehr gleichmäßiges im Vergleiche zum Klima anderer Länder, und besitzt nur einige rauhe Hochebenen (im Gebiete der bairischen Alpen). Das mildeste Klima hat hier das Rheinthal (zumal das obere) und das südliche Tyrol. — Das Klima der Schweiz ist nach den verschiedenen Gegenden verschieden, im Allgemeinen aber, mit Ausnahme der höchsten Punkte und heißen, feuchten Thäler, mild und gesund. — Das Klima Großbritanniens ist, der Nähe der Meeres wegen, gemäßigt, weder so kalt noch so warm, wie in Ländern gleicher Lage. Die Luft ist feucht, nebelig, der Himmel viel bewölkt. — Das Klima von Frankreich, fast ein durchgängig mildes, ähnelt in dem nördlichen Theil dem Deutschlands, in den gebirgigen Gegenden ist der Winter streng, in den Tiefebenen durch das Seeklima gemildert. — Das Klima von Italien ist, seiner südlichen Lage wegen, in seinen meisten Gegenden im Allgemeinen sehr milde, doch zeichnen sich manche Stellen durch sumpfige Luft (die Campagna di Roma, die Insel Sardinien, Toskana), plötzlichen Wechsel der trockenen Tages- und feuchten Nachtluft, Wind und große Trockenheit aus (Genua, Piemont). — Das Klima von Spanien ist in das von Nord-, Mittel- und Südspanien zu trennen. Nordspanien, welches mehr als das übrige Spanien bebaut, bewässert und bewaldet ist, zeichnet sich im Allgemeinen durch mildes Klima aus, nur Asturien hat ein mehr kaltes Klima und ein großer Theil der Seeküste ist durch Sumpfluft gefährlich. In Barcelona ist die Luft feucht und kühl. Mittelspanien (mit Madrid) ist ein unfruchtbares, wasser- und vegetationsarmes Hochplateau und wird hauptsächlich von entzündlichen Affectionen (Kolik) heimgesucht. Südspanien trägt schon das Gepräge eines Tropenlandes. — Griechenland und die Türkei haben ein warmes, etwas unbeständiges Klima und manche Gegenden Sumpfluft (Malaria-Constitution). — Madeira (eine zu Portugal gehörige Insel bei Afrika) soll das beste Klima auf der nördlichen Halbkugel besitzen, nämlich ein sehr mildes, beständiges und etwas feuchtes; seine mittlere Wintertemperatur ist 16,9° C.; am günstigsten (besonders für Brustkranke) liegt der südliche Theil, weil dieser durch Gebirge vor Nordwinden geschützt ist. — Das Klima von Dänemark, obschon je nach den verschiedenen Inseln ein verschiedenes, ist im Allgemeinen kein ungünstiges, aber oft nebelig und feucht. — Norwegen und Schweden dessen südlicher Theil noch vier Jahreszeiten besitzt, während der nördliche Theil einen 8—9 Monate langen Winter hat) besitzt an der Westseite des Gebirges, bei vielem Regen und häufigen Stürmen, kühle Sommer und milde Winter; an der Ostseite warme Sommer und kalte Winter. — Rußland besitzt in seinem europäischen Theile ebenso ein sehr kaltes, wie auch ein warmes Klima, denn es reicht hoch nach Norden und ebenso nach Süden; das asiatische Rußland gehört mit seinem nördlichen Theile (Sibirien) zum Theil in das Bereich der Polarzone. — Das Klima der Staaten der nordamerikanischen Union zeichnet sich durch ungemein veränderliche Witterung aus, indem hier

große Hitze mit strenger Kälte, die größte Feuchtigkeit mit großer Trockenheit rasch wechseln; der Unterschied zwischen der Temperatur des Januar und Juli beträgt in Washington 23°, in St. Louis 26°, in Quebec gar 31½°. Namentlich auf der Ostseite der Felsengebirge herrscht ein viel excessiveres Klima als auf der Westseite derselben am Stillen Ocean, weil die den größern Theil des Jahres vorherrschenden Nordwestwinde — welche für die Seite östlich der Rocky Mountains über die trockenen Flächen des nordwestlichen Nordamerikas kommen — wenig Feuchtigkeit und im Winter, über die ungeheuren gefrorenen Flächen des Eismeeres und der großen Landseen im Norden streichend, bedeutende Kälte mitbringen, während sie der Westküste, über den Stillen Ocean kommend, die feuchte milde Seeluft bringen und so das ganze Klima milder machen. In den südlichen Staaten erzeugt noch vielfach die Sumpfluft verderbliche Fieber.

Der Auswanderer, der sich natürlich in seiner neuen Heimath um so wohler befinden wird, je gesünder, kräftiger, mäßiger, gewandter, selbstständiger und abgehärteter (zwischen 20 und 40 Jahren) er ist, hat, zumal wenn er das Klima mit einem andern gleichartigen vertauscht, also eine Art neues und fremdartiges Leben antritt, vor allem folgende Regeln zu beachten:

1) Er mache sich schon vor seiner Abreise ebenso mit den Eigenthümlichkeiten seines neuen Wohnortes, wie mit der hier passenden Acclimatisationsweise genau bekannt. Er befolge dort die Lebensweise und Gebräuche der Eingebornen und glaube ja nicht so fortleben zu können, wie er's gewohnt war. — Der Mensch ist durch seine geistige Kraft, seine Berechnung und seinen Willen vor allen Geschöpfen am meisten befähigt, die ungleichartigsten Einflüsse von außen her auszugleichen und sich anzupassen, sich mit einem Worte zu acclimatisiren. Die meiste Acclimatisationsfähigkeit besitzen die Juden und die kaukasische Menschenrasse (besonders der Europäer und Nordamerikaner), die geringste die Neger- und rothen Menschenrassen. Allerdings sagt im Allgemeinen Jedem dasjenige Klima, in welchem er geboren und aufgewachsen ist, am besten zu.

2) Wer auf längere Zeit zu Schiffe geht, sollte bedenken, daß das Schiff und das Leben darauf, ebenso wie seine Landwohnung so viel als nur möglich die der Gesundheit dienlichen Eigenschaften besitzen muß. — Vor allen Dingen ist auf die Luft zu achten und für eine gute Beschaffenheit derselben durch Ventilation Sorge zu tragen; auch sollte der Zutritt von Licht in die Schiffsräume, wo natürlich allgemeine Reinlichkeit und Trockenheit unentbehrlich ist, möglichst gefördert werden. Die größte Rücksicht fordert ferner auch das Wasser und die Nahrung, denn verdorbenes (fauliges) Wasser und der anhaltende Genuß eingesalzenen (der Blutsalze beraubten) Fleisches scheint die hauptsächlichste Ursache des Scorbuts oder Scharbocks zu sein, einer Krankheit, welche sich durch große Hinfälligkeit, trübe Gemüthsstimmung, leicht blutendes mißfarbiges Zahnfleisch, Ausfallen der Zähne und starke Blutungen äußert. Man heilt dieselbe durch gutes Wasser und an Blutsalzen (besonders Kalisalzen) reiche Stoffe, wie Bier, frisches Gemüse, Brunnenkresse, Meerrettig, Sauerkraut und Pflanzensäuren. Citronensaft ist sehr reich an Kalisalzen. Die Mundschleimhaut ist mit einer wässerigen Lösung von Kali chloricum zu reinigen. — Die Kleidung des Schiffenden gewähre den ge-

hörigen Schutz gegen Nässe und Kälte, gegen Wind und Wetter, bestehe demnach aus Wollenzeug oder wasserdichten Stoffen, und werde stets trocken gehalten.

Die **Seekrankheit**, eine Art Schwindel im Kopfe und eine Folge der schaukelnden Bewegung des Schiffes (besonders eines Dampfschiffes und bei bewegter See), wird durch das fortwährende Erbrechen oft unerträglich und erzeugt bisweilen ein wahres Todesgefühl, trotzdem daß sie so gut wie ganz ungefährlich ist. Sie beruht auf Blutarmuth des Gehirns, welche Functionsstörungen im Bereiche des Lungen-Magennervs (Vagus, s. S. 177) zur Folge hat und verschwindet so ziemlich vollständig, wenn das Land erreicht wird, nicht selten auch schon auf dem Meere, entweder in Folge von Gewöhnung an das Schaukeln des Schiffes oder durch die Ruhe der See. Ein sicheres Mittel gegen die Seekrankheit kennt man noch nicht, neuerlich hat man die zeitweise Darreichung einiger Tropfen Chloroform und den Gebrauch von Chloralhydrat oder Morphiumeinspritzungen empfohlen. Bei sehr heftigem Erbrechen verschafft Brausepulver einige Erleichterung. Manche können die Seekrankheit dadurch vermeiden oder doch lindern, daß sie erst 4 bis 5 Stunden nach der Mahlzeit an Bord gehen und sich sogleich niederlegen, am besten in der Mitte des Schiffes, in der Nähe des Hauptmastes (auf dem Verdeck in der frischen Luft). Jedenfalls ist es von Vortheil, vor und während der Seereise kräftig zu essen und etwas starken Wein zu trinken. Auch nach dem ersten Auftreten des Erbrechens soll öfters Nahrung in kleiner Menge genommen werden. Ein fester, entschiedener Wille, fleißiges Tiefathmen und möglichst ununterbrochener Aufenthalt auf Deck helfen am schnellsten über die Seekrankheit und ihre Leiden hinweg.

---

Druck von Alexander Wiede in Leipzig

# COLUMBIA UNIVERSITY

This book is due on the date indicated below, or at the expiration of a definite period after the date of borrowing, as provided by the rules of the Library or by special arrangement with the Librarian in charge.

| DATE BORROWED | DATE DUE | DATE BORROWED | DATE DUE |
|---|---|---|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

C28(638)M50

RC81 B63
1883
Book
...buch vom gesunden und kranken